كلّ شيء عن

٤

النجوم

تأليف

آن ترى هوايت

ترجمة

إسماعيل حقى



دار المعارف

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلفة :

آن ترى هوايت : نشأت فى ولاية نيو إنجلند وتخرجت فى جامعة براون ، ثم حصلت على درجة الماجستير من جامعة ستانفرد .

بدأت التأليف بكتابة الكتب لبناتها لتقرب إلى آذانهن ، وهن فى سن مبكرة المعانى التى تتناولها الكتب السماوية ومسرحيات شكسبير . ومنذ ذلك الوقت نالت إعجاب جمهور كبير من القراء من الأطفال والراشدين على السواء . ويعتبر كتابها « عوالم مفقودة » من خير ما كتب عن الآثار ، كما أن من بين الكتب التى ألفتها ثلاثة كتب يعد كل منها ثورة فى عالم التأليف وهى : « أمريكا قبل التاريخ » و « جورج واشنطون كارفر » و « الإنسان الأول » .

المترجم :

إسماعيل حقى : تخرج فى مدرسة المعلمين العليا (شعبة الرياضة) وأتم دراسته بجامعة لندن حيث حصل على درجة البكالوريوس فى الرياضة والمنطق . وعمل بوزارة التربية والتعليم مدرساً بالمدارس الثانوية ، ثم أستاذاً بمعهد التربية للمعلمات ، ثم نقل ناظراً بالمدارس الثانوية ، ثم انتدب أستاذاً للرياضيات بجامعة بغداد . وعقب عودته عهد إليه الإشراف على المعاهد العالية ، ثم أحيل إلى المعاش وهو يشغل وظيفة كبير مفتشى الرياضة .

وبجانب المحاضرات العامة التى كان يلقيها فى الرياضيات والفلك ، قام (بالاشتراك مع الأستاذ محمد بكير خليل كبير مفتشى الفلسفة بوزارة التربية)

بترجمة كتاب المعرفة البشرية لبرتراند رسل . كما قام بترجمة كتاب « واحد ، اثنين ، ثلاثة . . . لا نهاية » وكتاب « السفر إلى الكواكب » وكتاب « الأرض التى نعيش عليها » . وأخيراً « كل شىء عن النجوم » ، وكلها كتب نشرتها هذه المؤسسة .

مصمم الغلاف : إيهاب شاكر

محتويات الكتاب

صفحة

مقدمة المترجم

أيها القارئ الشاب :

إنك تسمع كثيراً أننا نعيش فى عصر الفضاء وعصر الصواريخ ، وتسمع عن غزو الإنسان للفضاء ونزوله على القمر ، وتسمع عن الكواكب والسيارات والأقمار ، وعن وجود حياة فى عوالم أخرى غير الأرض . وتتطلع إلى السماء فترى تلك النقط اللامعة التى نسميها نجوماً ترنو إليك من علياءها . فتتساءل عن هذا الكون العجيب الذى نعيش فيه . وتود أن تعرف عنه ما يجعلك تتتبع ما تسمعه وما تقرؤه فى الصحف والمجلات عن هذه الموضوعات بفهم وإدراك . وتبحث عن كتاب يشبع رغبتك و يعطيك فكرة عامة عن الكون دون أن يرهقك ببحوثه الرياضية العويصة واصطلاحاته الفنية المعقدة .

وهأنذا أقدم لك الكتاب المنشود ، أترجمه لك من اللغة الإنجليزية . ففيه تعرض المؤلفة أحدث ما وصل إليه علم الفلك من بحوث بأسلوب جذاب شائق خال من الاصطلاحات العلمية إلا الضرورى منها . وسيعطيك صورة مبدئية وافية عن الكون المادى بحيث لا تنتهى من قراءته إلا ويكون لديك فكرة واضحة عن النجوم ، وأنواعها ، وخواصها ، ومصدر طاقتها ، وما يفصل بينها من مسافات شاسعة ، وتجمعها فى مدن نجمية ضخمة ، إلى غير ذلك .

ستشعر بالثقة بنفسك . وسيحفزك ذلك إلى متابعة هذه الموضوعات فى الكتب التى تعالجها معالجة علمية أوفى .

وستساعدك على فهم موضوعات الكتاب الصور التوضيحية المتقنة الواضحة التى لا يخلو منها فصل من فصوله .

وقد ذيلت الكتاب بقائمة لأهم الأسماء والمصطلحات الواردة بالكتاب ، وترجمتها إلى اللغة العربية ، حثاً لك على الاطلاع على الأصل الإنجليزى ، أو على كتب مماثلة أخرى .

وإلى اللقاء مع كتب أخرى قادمة .

إسماعيل حقى



الفصل الأول

أين موقعنا من العالم ؟

عندما تنظر إلى السماء عقب غروب الشمس ، وترى أول نجم يلمع فى عتمة الليل المبكر ، فإنك تشعر على الدوام بنشوة كبرى . وبمجرد أن تلمحه تجده كشرارة صغيرة تلمع فى شدة وإصرار ، حتى ليبدو كأنه مصباح كهربى أضاءته فجأة يد خفية . وفى الواقع كان كثير من القدماء يعتقدون أن أرواحاً سماوية تنتقل خلال السماء وتشعل النجوم واحداً بعد آخر . ولا يمكن أن نلومهم ؛ فهى تبدو لنا كذلك أيضاً . ولكن معلوماتنا تزيد على معلوماتهم كثيراً . فالنجوم موجودة أيضاً طول النهار . وهى تلمع نهاراً وليلا . والسبب الوحيد فى أننا لا نراها بالنهار هو أن السماء الزرقاء تكون بالنهار شديدة الضياء بحيث يطغى نورها على لمعان النجوم .

ثم يخيم الظلام ببطء وتظهر نجوم كثيرة نجماً بعد نجم . وتبدأ فى عدّها ، ثم لا تلبث أن تعدل عن ذلك قائلا : « إن النجوم لا حصر لها » . ويظل وجهك

مرفوعاً نحو السماء وقد استولى عليك العجب والدهشة . وإذا كانت الليلة غير مقمرة وكنت بعيداً عن أضواء المدينة ، التى تقلل من وضوح النجوم ، فإنك ترى منظراً من أروع المناظر الطبيعية .

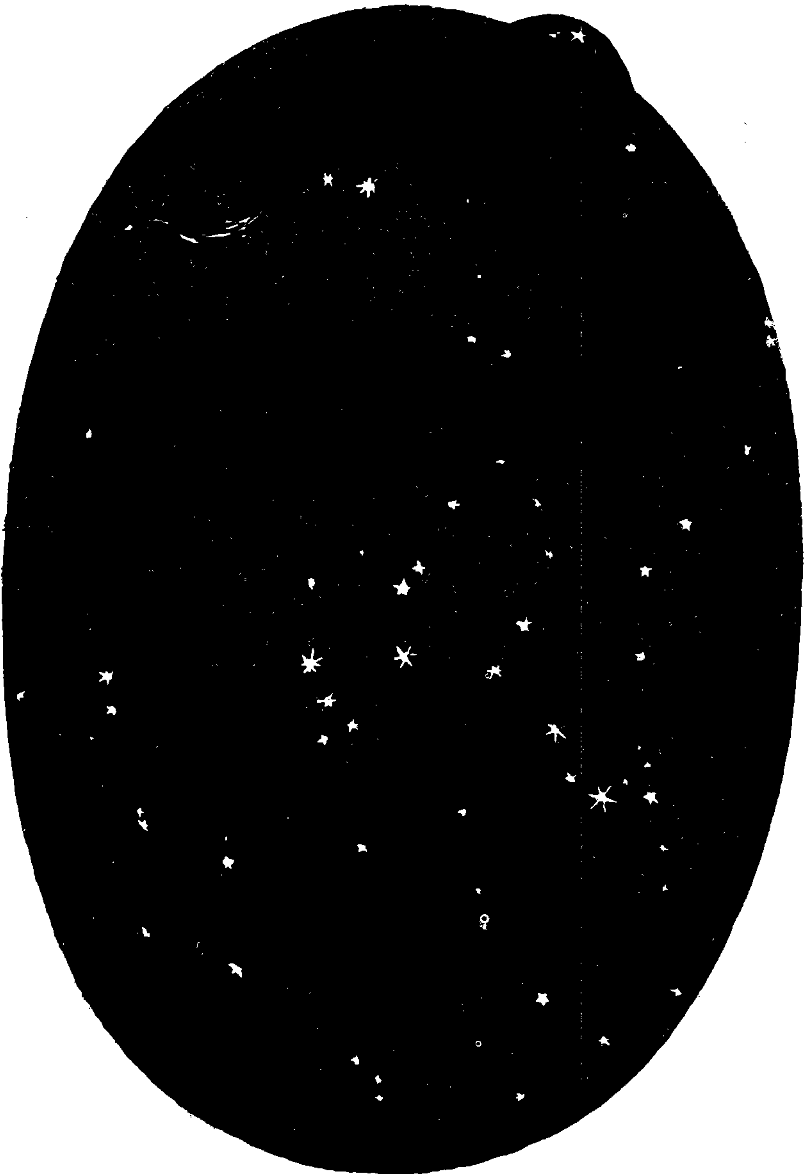
وعندما تتأمل السماء يبدو لك أنها قبة كبيرة فوق رأسك ، وأن النجوم مثبتة فى هذه القبة الهائلة . والنجوم لا تبدو بعيدة جداً ، بل يخيل إليك أنها على بعد ميل واحد أو ميلين على الأكثر . ومن عجب أنها جميعاً ، برغم تألق بعضها وخفوت بعضها الآخر ، تبدو أنها على بعد واحد تقريباً .

وستلاحظ أن بعض النجوم تنتظم فى مجموعات كما لو كانت مرتبطة بعضها ببعض . وتسمى هذه المجموعات بالكوكبات . ولكن سيكون من العسير عليك أن ترى فى الكوكبات تلك الصور التى كان القدماء يرونها فيها . فمهما حاولت فلن تجد مجموعة من النجوم تتخذ صورة ثور أو كلب أو أسد أو وحش برى مخيف ، أو أى واحد من الأبطال الذين تزخر بهم الأساطير اليونانية . وقد تلتقط مجموعة على هيئة U أو V أو W ولكن لا شىء غير ذلك تقريباً ولكنك ستجد فى الشمال وعاء الدب الأكبر [١] وهو مكون من سبعة نجوم لامعة وستتعرف الوعاء كصديق مألوف لك ؛ لأنه أحد المجموعات القليلة التى تتخذ فعلا الشكل الذى تسمى .

والآن وقد تلمست موقع وعاء الدب الأكبر فإنك تشعر بالثقة بنفسك ، وأنك تعرف طريقك . وتتنقل عينك من نجم لامع إلى نجم لامع حتى تستقر أخيراً على أروع منظر فى السماء — ذلك الحزام الأبيض العريض الخافت الذى يمتد خلال السماء كلها ويقسمها إلى نصفين متساويين . ولعلك تعلم أن ذلك الحزام هو الذى يعرفه العامة فى مصر باسم درب التبانة ، والذى كان العرب

---

(١) يجد القارئ صورة لوعاء الدب الأكبر فى الفصل السادس عشر .



تبدو إحدى الكوكبات كأنها تتخذ صورة تنين

يسمونه المجرة[١] ، كما كانوا يصفونه بأم النجوم . ولعلك سمعت أن حزام المجرة يحتوى على ملايين النجوم . ولكنك مهما حاولت فلن تستطيع أن تميز كلا منها على حدة . وستتساءل متعجباً : « لماذا يوجد فى حزام المجرة نجوم أكثر مما يوجد خارجه ؟ » .

ثم تنتقل بعد ذلك إلى السؤال : « إن الأرض التى أقف عليها هى أيضاً جرم سماوى . وهى أيضاً تحتل مكاناً ما فى الفضاء بين هذه النجوم . ولكن أين ؟ أنا أعلم أنها تابعة للشمس لأنها تدور حولها ، ولكن ما هو موقع الشمس من تلك النجوم التى تبدو قريبة جداً فوق رءوسنا ؟ » .

إنه يخيل إليك أن معلوماتك عن النجوم قليلة جداً ، ولكن سؤالك هذا يبين أن معلوماتك تزيد كثيراً على معلومات حكماء العصور القديمة ؛ إذ لم يخطر ببالهم قط أن يسألوا : « أين مكاننا من العالم ؟ » فقد كانوا يعتبرون من الأمور المسلم بها أن الأرض هى مركز الكون . وأن الشمس والقمر والنجوم لم تخلق إلا لخدمة الأرض — لتمدنا الشمس بالضياء نهاراً ، والقمر والنجوم به ليلا . إذ من ذا يشك فى ذلك ؟ ألا يرى كل من له عينان أن الشمس تشرق من جهة الشرق ، ثم تتحرك فوق الأرض ، ثم تغرب من جهة الغرب ؟ وأن القمر والنجوم هى أيضاً تشرق وتغرب مثل الشمس ؟

إننا الآن نعرف خيراً من ذلك ؛ فنحن نعلم أن الشمس تبدو ظاهرياً فقط كأنها تشرق وتغرب ، وأن النجوم تبدو ظاهرياً فقط كأنها تدور حول الأرض ، لأننا نعلم أن دوران الأرض هو الذى يجعل الشمس والنجوم تبدو كأنها هى التى تدور حول الأرض .

---

(١) ويطلق عليه فى اللغة الإنجليزية وغيرها ما ترجمته « الطريق اللبنى » وسنطلق عليه اسم « حزام المجرة » . أما كلمة مجرة فقد أصبحت تطلق الآن على كل مدينة نجمية . وسيأتى شرح ذلك فيما بعد .

ولكن يجب ألا ننسب لأنفسنا فضلا أكثر مما ينبغى ، فإننا لا نزيد حكمة عن القدماء . حقًّا إننا جميعاً تقريباً نعرف أكثر مما كانوا يعرفونه . ولكن ذلك يعود إلى حد ما إلى أننا نقف فوق أكتافهم — نضيف معلوماتنا إلى معلوماتهم . أضف إلى ذلك أنه أصبح فى حوزتنا فى مدة الثلثمائة السنة الأخيرة جهاز عجيب يسمى المنظار الفلكى . وقد مكننا هذا المنظار من رؤية عدد من الأجرام السماوية يزيد كثيراً جدًّا على تلك التى يمكن أن نراها بالعين المجردة ، كما أنه يجعلها تبدو أقرب كثيراً . وهذه — كما ستجد فيما يلى — ميزة كبرى نمتاز بها على القدماء .

ونتيجة لاستخدام المنظار الفلكى فى رصد الأجـــرام السماوية ، وجمع معلومات من هنا وهناك ، والوصول بين حين وآخر إلى استكشاف قانون هام من قوانين الطبيعة ، وإجراء عمليات رياضية معقدة ، تمكن الفلكيون من جمع معلومات وافرة عن الشمس والقمر والنجوم . ويستطيع العلماء الآن رسم خرائط للقمر يستطيع أن يسترشد بها رواد الفضاء . وبلغ إلمامهم بالشمس مامكنهم من أن يصوروا فى دقة متناهية البقع التى تظهر على سطحها . كما أصبحوا يعرفون أحجام النجوم ، ودرجة حرارتها والمواد التى تتكون منها ، وسرعتها ، والاتجاه الذى تتحرك فيه . ويستطيعون أن يميزوا بين النجوم القريبة والنجوم البعيدة . بل إنهم يستطيعون الإجابة عن السؤال الذى سألته منذ قليل — فقد تمكنوا من تحديد الموقع الذى تشغله أرضنا فى الفضاء !

قلب وجهك فى السماء وانظر إلى حزام المجرة . إن هذا الحزام الأبيض الغامض هو موطننا . إنه ينتمى إلينا ونحن ننتمى إليه . والشمس والأرض وجميع الكواكب السيارة هى جزء من هذا الممر المضىء الذى يقسم السماء إلى نصفين . إن حزام المجرة هو موطننا فى السماء .



الفصل الثانى

دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس

إن النجوم التى تعلو رءوسنا مباشرة فى سماء الليل لتبدو حقاً كأنها أقرب إلينا من الشمس التى غربت منذ قليل . ولكننا نعلم أن ذلك مجرد خداع نظر . فالنجوم أبعد من الشمس بما لا يقارن . ونحن نعلم ذلك لأننا نرى النجوم كمجرد نقط ضوئية فى حين أن الشمس تبدو كقرص .

وقرب الشمس هو الذى يجعلها تبدو كقرص لا مجرد نقطة ضوئية . والواقع تعتبر الشمس ، بالقياس إلى الأبعاد الفلكية ، قريبة جداً منا . وهى نجمنا الخاص . وجميع الشموس الأخرى ، التى نسميها نجوماً ، بعيدة عنا بعداً شاسعاً بحيث إنها لا تبدو لنا ، حتى خلال أقوى المناظير الفلكية ، إلا كنقط ضوئية . وهى فى الواقع من البعد بحيث إن الضوء الصادر من أقربها إلينا ،

يستغرق أربع سنوات وربع سنة فى الوصول إلينا . ولعلك تعلم أن الضوء هو أسرع شىء فى الوجود . فهو يدور حول الأرض ثمان مرات تقريباً فى الثانية الواحدة . وهكذا تعتبر الشمس ، بالقياس إلى أقرب النجوم ، كأنها على مرمى حجر . وهى من القرب بحيث إن الضوء يقطع المسافة التى تفصلنا عنها فيما يزيد قليلا على ثمان دقائق فقط .

ومما لا شك فيه أن الشمس هى أروع شىء فى السماء . فلا عجب إذن أن بعض القدماء اتخذوها إلهاً وعبدوها . ولا عجب أنهم كانوا يعتقدون أنها تدور حول الأرض لتشرف عليها ، كما يشرف المالك على ملكه ، ولتطمئن إلى أن كل شىء على ما يرام . إذ من السهل أن يقع المرء فى مثل هذا الخطأ . فإننا أنفسنا لم نصدق أن الأرض هى التى تدور حول الشمس إلا بعد عناء كبير .

وإن الإدراك العام يجعلنا لا نستطيع أن نتصور أن شيئاً ضخماً وثقيلا مثل الأرض يمكن أن يتحرك . ولكننا تعلمنا بالخبرة المرة أننا لا نستطيع أن نعتمد على أعيننا – أو على العموم على حواسنا – فى إصدار حكم فى مثل هذه الأمور . ونحن الآن نعلم أن الأرض تدور ، وأنها تتم دورة كاملة حول نفسها فى كل ٢٤ ساعة . وهى تدور فى هوادة بحيث إننا لا نشعر بحركتها على الإطلاق .

ومما يجعلنا لا نحس بحركة الأرض أن كل شىء عليها يتحرك معنا . بما فى ذلك الهواء والسحب . ونحن لا ندرك هذه الحركة إلا بملاحظة الشمس والنجوم لأن الحركة لا يمكن إدراكها إلا بإسنادها إلى شىء ثابت أو متحرك بسرعة أخرى ومعظمنا مرت به مثل هذه التجربة . وهى أن يكون بقطار يقف بجوار قطار آخر . وإذا به يرى القطار الآخر يبدأ فى التحرك إلى الخلف بهدوء . ثم ينظر من النافذة التى بالجانب الآخر وإذا به يرى أن المنازل والأشجار تتحرك هى أيضاً إلى الوراء . عندئذ يدرك أن قطاره هو الذى يتحرك ، وأن القطار الآخر

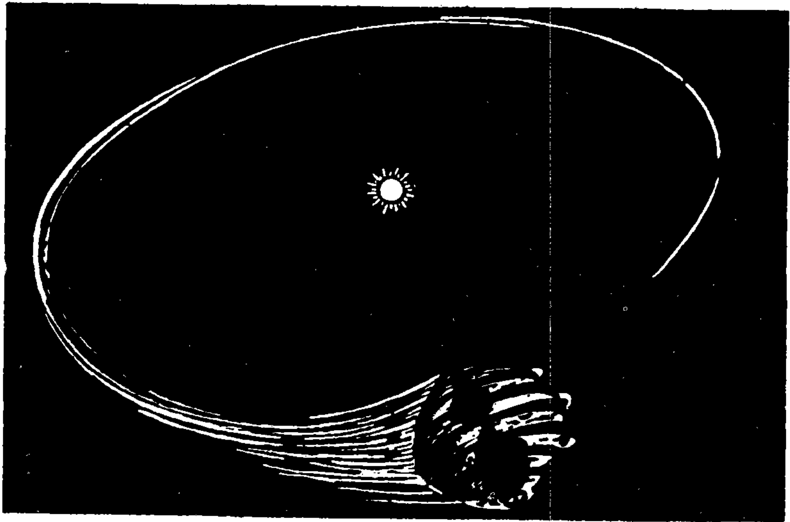
لا يزال ساكناً فى مكانه .

والأرض تجرى فى الفضاء دون أن تبذل أى مجهود . ودون أن تحدث أية هزة أو رجة أثناء جريانها . وعندما يدور المكان الذى نعيش فيه حتى يقترب من الموضع الذى تصله أشعة الشمس يخيل إلينا أن الشمس ترتفع فوق الأفق من الشرق ، ويبدأ نهار جديد . وعندما نستمر فى الدوران حتى نبدأ فى الابتعاد عن أشعة الشمس يخيل إلينا أن الشمس تختفى تحت الأفق فى الغرب ويكتنفنا ليل جديد .

نهار يعقبه ليل ، وليل يعقبه نهار . والأرض تدور بلا توقف ولا نهاية . وقد بدأت فى هذا الدوران منذ ٣,٠٠٠ مليون سنة ، وستستمر فى حركتها هذه ملايين عديدة أخرى من السنين . ولا تبطئ حركتها بقدر ثانية واحدة فى مدى مائة ألف سنة .

قلنا إن الشمس قريبة جداً من الأرض . ولكنها قريبة فقط بالقياس إلى أبعاد النجوم . إذ أن الشمس ، فى الواقع ، تبعد عن الأرض بمقدار ٩٣ مليون ميل تقريباً . وهذه المسافة تتغير تغيراً طفيفاً ، لأن المسار الذى تتحرك فيه الأرض حول الشمس ليس تام الاستدارة ، بل إنه شكل بيضاوى . ولذلك فإن بعد الأرض عن الشمس يتوقف على موضع الأرض فى مدارها . ثم إن الشمس لا تقع فى مركز الشكل البيضاوى تماماً بل تبعد عنه قليلا .

وطول مدار الأرض حول الشمس يزيد كثيراً على ٩٣ مليون ميل . والأرض وهى تندفع فى مدارها بسرعة ٦٧,٠٠٠ ميل فى الساعة ، تستغرق ٣٦٥ يوماً وربع يوم لإتمام دورتها حول الشمس . وعندما تتم دورة كاملة نقول : « لقد مضت سنة أخرى » . لأن ذلك هو معنى السنة — رحلة حول الشمس طولها نحو ٦٠٠ مليون ميل .



إن مدار الأرض حول الشمس ليس تام الاستدارة

والفصول ؟ ما بالها ؟ هل نشأت نتيجة اختلاف بعد الأرض عن الشمس حسب موقعها فى مدارها ؟

من الطبيعى أن نظن ذلك . ولكن لا يعود اختلاف الفصول إلى اختلاف بعد الأرض عن الشمس قط . والسبب الحقيقى فى اختلاف الفصول يختلف عن ذلك تماماً . فإن ما يسبب اختلاف الفصول هو ميل محور الأرض الذى تدور حوله . فالأرض . وهى تدور حول الشمس . تدور حول محور يميل على مستوى دورانها حول الشمس بزاوية تبلغ ٢٣$\frac{١}{٢}$° وهذا المحور ثابت الاتجاه فى الفضاء أى أن القطب الشمالى يشير دائماً إلى نفس المكان فى السماء (وإن كان موقع هذا المكان يتغير بين النجوم ببطء شديد على مدى السنين) ومعنى هذا أن أحد القطبين ، الشمالى أحياناً . والجنوبى أحياناً أخرى ، يكون مائلا نحو الشمس . وعندما يكون القطب الشمالى هو المتجه نحو الشمس ،

فإن الفصل فى نصف الكرة الشمالى يكون صيفاً ، وعندما يكون متجهاً بعيداً عن الشمس فإن الفصل يكون شتاء .

وبالطبع ، بصفة عامة ، تتلقى الأرض فى كل شهر نفس القدر من حرارة الشمس تقريباً ؛ لأنه إذا كان الفصل شتاء فى مكان فإنه يكون صيفاً فى مكان آخر . أما مقدار الحرارة التى يتلقاها مكان معين فيتوقف على موضع ذلك المكان من سطح الأرض . ففى ديسمبر من كل عام يكون القطب الشمالى مائلا بعيداً عن الشمس . ولذلك فإن الشمس لا تضىء القطب الشمالى خلال ذلك الشهر قط . وفى المناطق الشمالية تشرق الشمس متأخرة من نقطة تقع جنوب الشرق كثيراً ، ولا ترتفع فى السماء كثيراً عند الظهر . ويكون النهار قصيراً والليل طويلا ، ويكون الجو بارداً — لأن أشعة الشمس ، بدلا من أن تصل عمودية على الأرض ، تصل إليها مائلة .

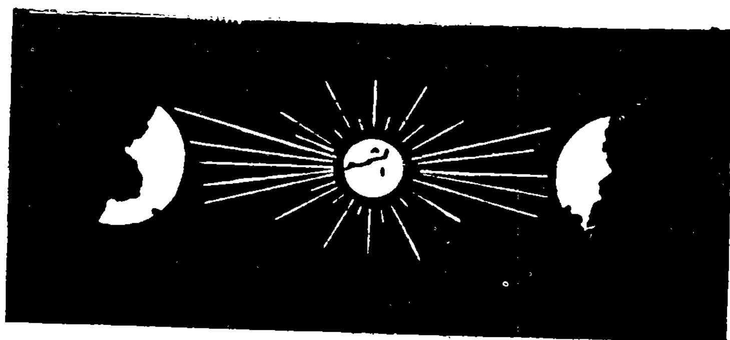
وبعد مضى ستة أشهر ، فى شهر يونية ، تكون الأرض قد انتقلت إلى الجهة الأخرى من مدارها ويصبح القطب الشمالى مائلا نحو الشمس . عند ذاك عند قمة الدنيا ، يبتهج الناس لأن الليالى الطويلة الباردة تكون قد ولت . والشمس تدور وتدور فى السماء وهى على الدوام فوق الأفق ولا تغرب أبداً فى ذلك الشهر . وفى المناطق الشمالية الأخرى يصبح النهار طويلا ويبلغ فى بعض البلاد : مثل واشنطن ، وجميع البلاد التى فى خط عرضها شمالا ، ست عشرة ساعة . ويكون الجو دافئاً ممتعاً . وترتفع الشمس عالية فى السماء وقت الظهيرة وتكاد أشعتها تصل إلى الأرض فى اتجاه عمودى .

وما الذى يحدث فى الربيع وفى الخريف ؟

بين الصيف والشتاء ، لا يكون محور الأرض مائلا نحو الشمس ولا بعيداً منها . وإنما يكون مائلا ميلا جانبيًّا وحسب . وفى ٢١ من مارس تكون أشعة الشمس عمودية تماماً على خط الاستواء ويكون الفصل ربيعاً . وفى ٢٢ من

سبتمبر تكون أشعة الشمس عمودية مرة أخرى على خط الاستواء ويكون الفصل خريفاً . وفى هذين اليومين فقط يتساوى الليل والنهار .

ولو أن محور الأرض لم يكن مائلا ، بل كان عمودياً على مستوى المدار ، لكان الأمر على العكس . ولكان الليل والنهار متساويين فى كل مكان على سطح الأرض . ولكانت الشمس تشرق من الشرق تماماً وتصل على الدوام إلى نفس الارتفاع فى السماء . ويتوقف الارتفاع الذى تصل إليه الشمس على شىء واحد فقط وهو بعد المكان عن خط الاستواء شمالا أو جنوباً . ولكان لكل مكان طقسه الخاص الثابت الذى لا يتغير ، ولانعدمت الفصول فلا يكون هناك صيف ولا شتاء ولا ربيع ولا خريف .



فى المناطق الشمالية تكون أيام الصيف طويلة ودافئة



الفصل الثالث

صورة الشمس

لقد اعتدنا أن نتصور أن الأرض ، بمحيطاتها الهائلة وقاراتها الفسيحة ، كرة بالغة الضخامة – فإن قطرها يبلغ نحو ٧٩٠٠ ميل ؛ ومحيطها نحو ٢٥٠٠٠ ميل ، فماذا يبلغ حجمها بالنسبة إلى الشمس ؟ هل هى ربع الشمس؟ عشرها ؟

الواقع أن الأرض ، بالقياس إلى الشمس ، ضئيلة جداً . إذ يمكنك أن تحشو الشمس بمليون وثلثمائة ألف كرة أرضية !

ولكن من العسير تصور مثل هذه الأعداد البالغة الضخامة . فلنفرض أنه يمكننا أن نكمش الشمس والأرض حتى تصبح كل منهما جزءاً من ألف مليون جزء من حجمها الأصلى . عند ذلك تصبح الشمس كرة قطرها خمس أقدام ، فى حين تصبح الأرض حصاة « بلية » صغيرة جداً تدور على بعد ٤٥٠ قدماً من الكرة التى انكمشت إليها الشمس . حيث نكاد لا نتبينها وهى على هذا البعد .

نستطيع فى هذين النموذجين أن ندرك مدى ضخامة الشمس بالنسبة إلى الأرض . ونحن الذين نعيش على هذه الحصاة « البلية » الصغيرة نعتمد اعتماداً كلياً على تلك الكرة التى يبلغ قطرها خمس أقدام ، والتى تحتفظ بنا أسرى ندور حولها على الدوام .

لأن الشمس هى ، من الناحية الفلكية ، أهم شىء لحياتنا . فهى التى تمدنا بالضوء والحرارة . وهى التى ، بتبخيرها لمياه الأرض ، تسبب سقوط الأمطار وهى التى بتسخينها لليابسة والبحار بدرجات مختلفة ، تسبب هبوب الرياح . وهى التى تمد النبات بالغذاء ، والنبات بدوره يمد الحيوانات ويمدنا بما نحتاج إليه من طعام ، وهى التى تمدنا بمصادر القوة ، لأن الخشب والفحم والبترول ومساقط المياه كلها من صنع الشمس .

ما أضخم كمية الضوء والحرارة التى تصبها الشمس على الأرض للقيام بكل ذلك ! ومع ذلك فإن نصيب الأرض مما تشعه الشمس فى جميع الجهات ضئيل للغاية ، وتبلغ حرارة الشمس حداً يجعل أشد نيران الأرض باردة بالقياس إليها ، إذ تبلغ درجة حرارة سطح الشمس ٦,٠٠٠ مئوية . ولا يمكن رفع حرارة أى شىء على الأرض لمثل هذه الدرجة إلا لجزء من الثانية . ومع ذلك فإن درجة حرارة باطن الشمس أعلى من ذلك بكثير ، إذ تبلغ ٢٠ مليون درجة مئوية .

وفى الثانية الواحدة تصب الشمس فى الفضاء أكثر من أربعة ملايين طن من الطاقة . وكلمة « طن » ليست مجرد تعبير مجازى نستخدمه ، لأن الطاقة كالمادة ، لها وزن ، وحتى الضوء الصادر من المصباح الكهربى العادى له وزن وإن كان وزنه بالطبع ضئيلا للغاية بحيث لا يمكن قياسه . أما الضوء الصادر من الشمس فيوزن بملايين الأطنان . ومن ملايين الأطنان هذه لا تحصل الأرض إلا على أربعة أرطال فى الثانية . ويمكنك بعملية حسابية بسيطة أن تصل إلى أن ما يصيب الأرض فى اليوم يبلغ ١٧٣ طناً . وهذا العدد يبدو صغيراً جداً

بجانب الأعداد الكبيرة التى مر ذكرها . ولكن إذا كان علينا أن ندفع ثمن ما تمدنا به الشمس من ضوء وحرارة بلا مقابل ، فإن علينا أن ندفع ٦٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ جنيه فى الساعة الواحدة ! وهذا العدد كبير جداً لدرجة أن كثيراً من الناس لا يستطيعون قراءته ، فضلا عن فهمه .

ولكن ما الذى يجعل الشمس تطلق هذا القدر الهائل من الطاقة باستمرار ؟ إننا نعلم أن النار تنطفئ إذا لم تزود بما يجعلها تستمر فى الاشتعال . ونعلم أننا أنفسنا نضعف ونفقد القدرة على بذل أى مجهود إذا لم نزود جسمنا بالطعام . فإذا كانت الشمس تفقد أربعة ملايين طن من الطاقة فى الثانية الواحدة دون أن تزود من الخارج بشىء فلماذا إذن لا تخمد ؟ والجواب أنها ستبرد فعلا بمضى الزمن . بيد أن الوقت الذى ستفقد فيه الجزء الأكبر من طاقتها وتصبح باردة بعيد بعداً يقدر بملايين السنين بحيث لا داعى لأن يشغل الناس أنفسهم به . حقاً إن الشمس تستهلك مادتها لتشع طاقتها من ضوء وحرارة وغيرهما . ولكن الشمس بالغة الضخامة . وتستهلك مادتها باقتصاد شديد للغاية ، بحيث إنها لا تستهلك من مواردها إلا جزءاً من مليون مليون جزء ـــــ ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ فى السنة ! ولذلك فإن الشمس ، برغم أنها ظلت ترسل أشعتها ملايين عديدة من السنين ، فإنها لا تزال حارة للغاية . وقد بلغت من شدة الحرارة أنها وهى على بعد ٩٣ مليون ميل تبهر عيوننا ولا نستطيع أن نثبت فيها أبصارنا .

وإذن ما هى المادة التى تتكون منها الشمس ؟ بالطبع لا يمكن أن تكون مادة بالغة الحرارة كالشمس جسماً صلباً .

لا يمكن بالطبع . ولذلك فالشمس هى كرة ضخمة من الغازات المتوهجة وجميع الغازات التى نعرفها فى الأرض أخف بكثير من أى سائل . أما فى الشمس فإن جزيئات الغاز مكبوسة بعضها إلى بعض كبساً شديداً بحيث إنها فى المتوسط أثقل من الماء . وهذه الجزيئات لا تعرف للسكون معنى . فهى

تجيش وتتزاحم وتتدافع فى ألسنة من اللهب كالنافورات . وتبدو الشمس للعين قرصاً سوياً واضح الحافة . وسبب ذلك أنها تلمع لمعاناً شديداً بحيث إننا لا نستطيع أن نرى معالمها بوضوح .



تندلع من سطح الشمس نافورات من الغاز المتوهج ويصل ارتفاعها إلى أميال عديدة

ولكى نرى معالمها بوضوح ، علينا أن ننتظر حتى يحدث كسوف كلى لنرى تلك النافورات الغازية المتوهجة تندلع من حافتها . عند ذلك ندرك مدى الاضطراب الشديد الذى يسود الشمس . ولكننا الآن لسنا فى حاجة إلى انتظار كسوف كلى فقد أمكن اختراع منظار به جهاز يغطى قرص الشمس فتبدو كما لو كانت فى حالة كسوف كلى . ومن ثم فقد أصبح فى الإمكان فى أى وقت رؤية ألسنة اللهب وهى تندلع من الشمس . فنستطيع أن نرى نافورات الغازات الملتهبة وهى تندلع من سطح الشمس ، وترتفع إلى مئات الآلاف من الأميال . ونستطيع أن نرى فيما يلى ذلك هالة الشمس الفضية الغامضة ، التى

تكوّن طبقة جو الشمس الخارجية ، والتى لا تشبه بحال جو الأرض . والهالة الشمسية حارة جداً ، ورقيقة جداً ، وتحتوى على أبخرة من الحديد والنيكل والكلسيوم . ومن الممكن عندما تكون الشمس فى حالة كسوف كلى تتبع هذه الهالة إلى عدة ملايين الأميال بعيداً عن الشمس .

وهذه الغازات القلقة ، التى تتكون منها الشمس ، بجانب فورانها واندلاعها إلى أعلى ثم سقوطها ، فى حالة دوران مستمر أيضاً . لأن الشمس ، كالأرض ، تدور حول محورها على الدوام . وإن كان معدل دورانها بطيئاً جداً . وكيف عرفنا ذلك ؟ بمراقبة البقع التى تظهر على سطح الشمس . فهذه البقع ليست ساكنة بل تتحرك جميعها فى اتجاه واحد .

وقد تصاب بخيبة أمل إذا سمعت أن الشمس ليست كرة تامة الكمال . ولقد صدم العالم عندما أعلن الفلكى الإيطالى الكبير غاليليو هذه الحقيقة . ولكن ما من شك فى وجود هذه البقع المعتمة على سطح الشمس . وقد يتاح لك فى إحدى المرات أن تراها حتى بالعين المجردة ، بشرط أن تنظر إلى الشمس خلال زجاج مُدخن للتقليل من وهجها . والبقع كبيرة حقاً ، إذ يجب أن يصل اتساعها إلى أكثر من ألف ميل حتى يمكن أن نراها من الأرض . وأحياناً يصل اتساعها إلى أكثر من ذلك بكثير . وفى سنة ١٩٤٧ شوهدت بقعة بلغت مساحتها خمسة آلاف مليون ميل مربع . ومن الممكن أن تبلغ أكثر من مائة كرة أرضية .

وعادة ترى البقع الشمسية فى مجموعات . وإذا شاهدت واحدة فقط فكن على ثقة أنها آخر واحدة من مجموعة بقع تلاشت واحدة بعد أخرى ؛ لأن البقع الشمسية تظهر فى مجموعات . وفى بادئ الأمر تأخذ البقع فى الاتساع ، ثم بعد أسبوع أونحو ذلك تأخذ فى التلاشى بوجه عام . ولكنك إذا راقبتها وهى تتحرك يوماً بعد يوم يتضح لك أن الشمس تدور حول نفسها ، وإن كان

دورانها ليس كدوران الأرض تماماً ، لأن البقع القريبة من وسط الشمس تتحرك بسرعة أكبر من السرع التى تتحرك بها البقع البعيدة عن وسط الشمس سواء الواقعة أعلاه أو أسفله . وهذا بالطبع دليل أكيد على أن الشمس ليست جسماً صلباً ؛ إذ لو كانت كذلك لكان السطح كله يدور ككتلة واحدة .

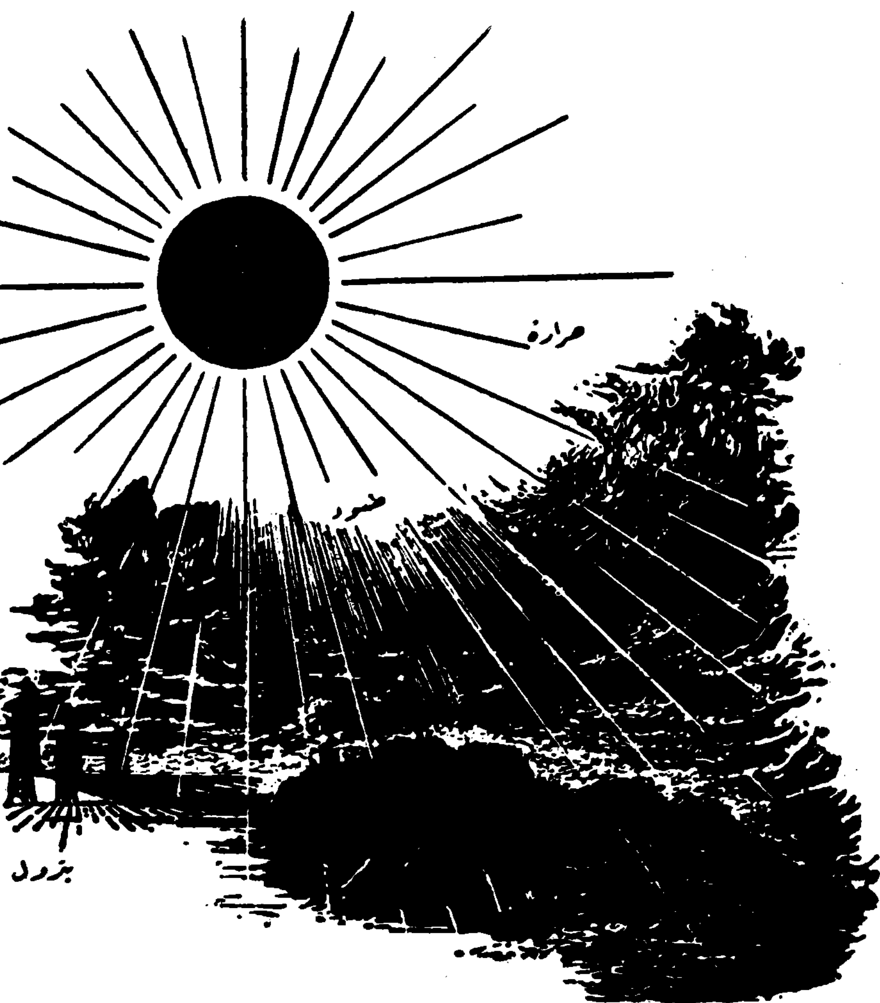
وبمراقبتنا لحركة البقع خلال وجه الشمس ، تمكنا من معرفة طول « اليوم » الشمسى – أى الزمن الذى تدور فيه الشمس حول محورها دورة كاملة . ونحن الآن نعرف أن مدة الدوران عند خط استواء الشمس تبلغ نحو خمسة وعشرين يوماً ، وعند القطبين أكثر من شهر . وإذن نستطيع القول بأن « يوم » الشمس أطول من ثلاثة أسابيع ، ولكن طوله يختلف باختلاف خطوط العرض .

وليست البقع الشمسية بالطبع معتمة حقًّا ؛ إذ لا يمكن أن يكون شىء ما على سطح حار كسطح الشمس معتمًا . وإذا ما عزلت البقع وحدها فى السماء فإنها تلمع كالنجوم . ولا تبدو البقع معتمة إلا لوجودها وسط أجزاء أخرى من الشمس أشد لمعاناً منها . وليس لكونها تبدو معتمة سوى تفسير واحد . وهو أنها أبرد من الأجزاء المحيطة بها – أبرد بمقاييس الشمس ؛ إذ أنها فى الواقع ساخنة جدًّا – فدرجة حرارتها تبلغ ٤٠٠٠° مئوية أو ما يقاربها .

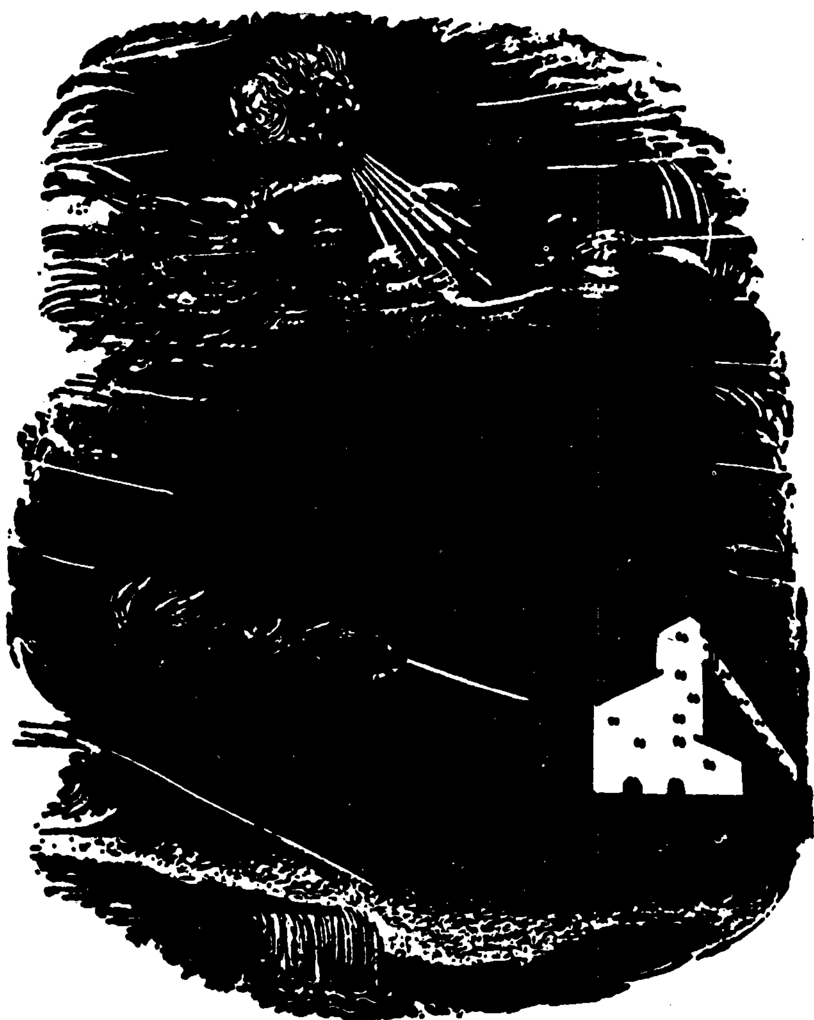
ما هى تلك البقع الغامضة التى تظهر وتختفى وتدور مع سطح الشمس ؟

لا نعلم بالضبط . ولكننا نعلم أنها تشبه الزوابع الأرضية . فالغازات التى بالبقع ترتفع وتنخفض وهى تدور كالدوامة . وتذكرك حركتها الدورانية بالإعصار .

أما عدد البقع الشمسية التى تستطيع أن تراها فى وقت ما فيختلف مع السنين ؛ فى سنة فقيرة بالبقع قد ترى خمسين مجموعة منها . أما فى السنوات التى تنشط فيها البقع فقد ترى ٣٠٠ أو ٤٠٠ مجموعة . ولكن سيلفت نظرك أمر غريب . فإنك ستدرك أن البقع تتكرر فى شبه نظام دورى ؛ إذ تكثر البقع كل إحدى عشرة سنة تقريباً ، ثم يقل عددها حتى تعود ، بعد إحدى عشرة



الشمس تزود الأرض بالحرارة والضوء ، وهى التى تسبب هبوب الرياح



الخشب والفحم والبترول كلها من صنع الشمس

سنة ، السنة الغنية بالبقع مرة أخرى .

وتكرار ظهور البقع الشمسية ثم تلاشيها يدل على أمر مؤكد ، وهو أن الشمس – التى تبدو لنا بهذا الهدوء والاستقرار – هى فى الواقع مسرح لأشد أنواع العنف والاضطراب . فبالإضافة إلى تدفق الحرارة والضوء من أعماق الشمس إلى سطحها ، تحدث بها على نطاق واسع دورة البقع هذه التى تتكرر كل إحدى عشرة سنة . ولا تختلف كل دورة عن سابقتها إلا أن البقع تظهر فى أمكنة مختلفة على سطح الشمس .

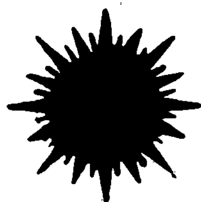
وبالطبع يعنينا أن نعرف تأثير كل هذا النشاط والاضطراب علينا . فإن الشمس تسيطر علينا سيطرة كاملة بحيث إن أى تغير فى الشمس لا بد أن يكون له رد فعل علينا . فهل يصبح الطقس أبرد عندما يزداد عدد البقع الشمسية ويصبح أشد حرارة عندما يقل عددها ؟

ومن العجيب أن الجواب على هذا السؤال هو : « كلا » إذ أن البقع الشمسية ليس لها أثر مباشر على طقسنا . بيد أن لها أثراً من نوع آخر . فعندما تعبر قرص الشمس مجموعة كبيرة من البقع ، تحدث فى الأرض زوبعة مغناطيسية فتضطرب إذاعاتنا وتزداد الأضواء الشمالية تألقاً .

هذه هى صورة الشمس . وهى صورة تختلف كل الاختلاف عن أرضنا الصلبة الرقيقة الوديعة بجوها المنعش ، ومزروعاتها الخضراء ، وأشجارها ، وسحبها ، ومع ذلك فإن الشمس والأرض يتكونان من نفس المواد . فالأكسيجين والنتروجين ، والكربون ، والحديد ، والكبريت ، والصوديوم ، وسائر العناصر الأخرى الموجودة بالأرض ، موجودة أيضاً بالشمس . بيد أنه يوجد اختلاف جوهرى . وهو أن هذه العناصر لا توجد بالشمس بنفس النسب التى توجد بها بالأرض . إذ لا يوجد بالشمس بكميات وافرة غير عنصرين اثنين وهما الأيدروجين والهليوم – وهما أخف عنصرين فى الوجود .

وفى الواقع تكاد الشمس تكون كلها إيدروجيناً وهليوماً . إذ لا توجد من العناصر الأخرى إلا آثار طفيفة . وهذا فى صالحنا نحن الذين نعيش على الأرض لأن سر قوة الشمس تكمن فى الأيدروجين والهليوم . فإن الشمس تستمد الطاقة الهائلة التى تشعها فى الفضاء من تحويل الأيدروجين إلى الهليوم . ففى كل مرة تتحول فيها أربع ذرات من الأيدروجين إلى ذرة واحدة من الهليوم ، ينطلق قدر قليل من الطاقة معظمها حرارة وضوء ، والأيدروجين هو فى الواقع بمثابة « وقود » تحرقه الشمس . والهليوم ما هو إلا الرماد الذى يتخلف من « احتراق » الأيدروجين . ويبدو أنه يلزم اشتراك بعض العناصر الأخرى لكى تتم عملية التحويل . وإن كانت هذه العناصر لا تستهلك بل تعود فى نهاية العملية كما كانت فى بدايتها . وكل ما فى الأمر أن كمية الأيدروجين تقل تدريجياً .

ولكن ينبغى ألا يستولى الفزع على أحد بسبب ذلك . فإننا نعلم أن الشمس ظلت تضىء كما تضىء الآن مئات الملايين من السنين على الأقل ؛ لأن الحياة كانت موجودة على الأرض منذ ذلك الزمن البعيد على الأقل . وبرغم ذلك فإن معظم مادة الشمس لا تزال أيدروجيناً . فاطمئن ولا تدع للفزع سبيلا إلى قلبك . فإن الشمس ستظل تضىء مدى آلاف من ملايين السنين القادمة .





الفصل الرابع

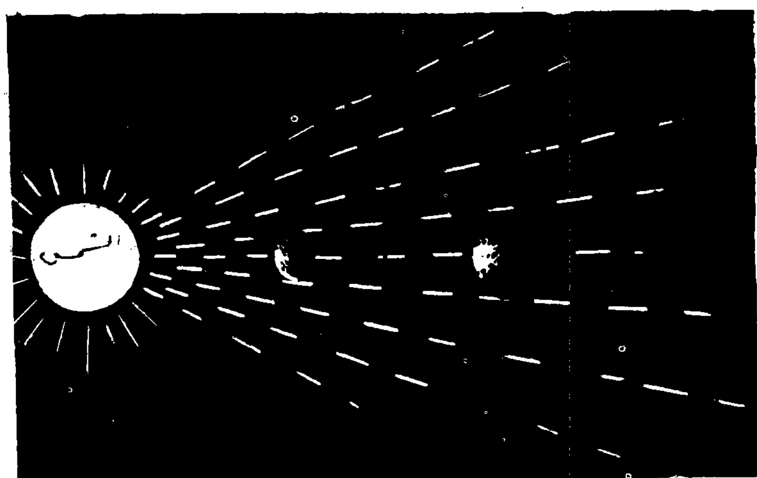
أقرب جار لنا

انظر إلى القمر وهو بدر ، سيبدو لك كقرص يعادل قرص الشمس تقريباً . وسبب ذلك أيضاً هو أن القمر قريب جداً منا . فإن بعده عنا يقل عن ربع مليون ميل . فهو ، بالقياس إلى بعد الشمس ، أقرب جار لنا . والقمر هو أشد جيراننا وفاء لنا . فهو يتبعنا حيثما ذهبنا . ويدور حولنا ونحن نسلك مدارنا حول الشمس .

ومعلوماتنا عن القمر وافرة — وهى فى الواقع تزيد على معلوماتنا عن بعض أجزاء الأرض . وبالطبع نقصد معلوماتنا عن جانب القمر المواجه لنا . فإن القمر يستغرق فى الدوران حول نفسه دورة كاملة فى نفس الوقت الذى يستغرقه فى الدوران حول الأرض . ومن ثم فإنه يواجه الأرض بنفس الجانب على الدوام . وعلينا أن ننتظر حتى تستطيع سفينة فضائية أن تصل إلى الجانب الخلفى لنعرف منها كيف يبدو ذلك الجانب* .

* أمكن تصوير هذا الجانب لأول مرة فى ٤ أكتوبر عام ١٩٥٩ بواسطة ليونيك ٣ .

والقمر صغير إذا قورن بالأرض . فهى أكبر منه خمسين مرة . وبرغم كل ما يبدو به القمر من منظر جميل شاعرى عندما يظهر ويختفى وراء السحب ، أو عندما تنعكس أشعته الفضية من سطح الماء ، فإنه لا يمت إلى الجمال بصلة ولا يصل إلى شىء من جمال الأرض ورونقها . إذ لا يوجد به حشائش أو أشجار أو أى نوع من أنواع الحياة . وليس به هواء أو ماء . وهو ممل للغاية إذ يكاد لا يحدث به شىء أو يتغير شىء . فهو كوكب ميت وساكن سكون



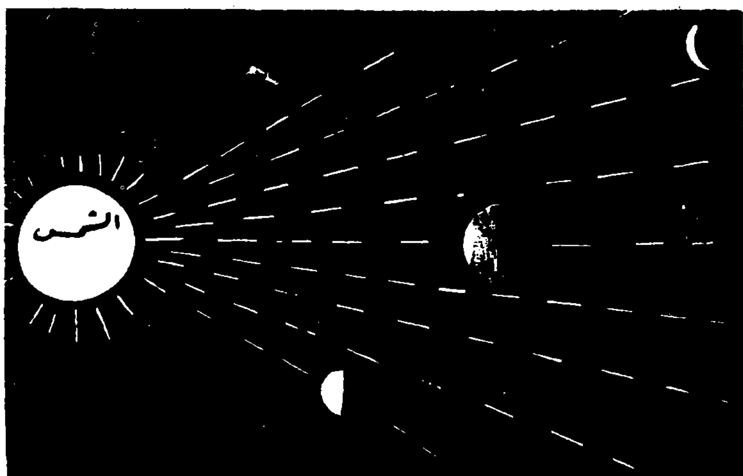
فى هذا الوضع يكون القمر كله معتماً ويسمى محاقاً

القبور . فقد استنفد نشاطه وانتهى أمره . ولا يحدث فيه ما يثير سوى سقوط نيزك عابر يمزق سطحه الترابى .

والقمر ، كما تعلم ولا شك ، ليس على الدوام بدراً . ويتوقف الجزء الذى نراه منه على موقع القمر من مداره حول الأرض ؛ فأحياناً لا نرى قمراً على الإطلاق . وهذا يحدث عندما تكون الشمس والأرض والقمر فى خط واحد ، ويكون القمر واقعاً بين الأرض والشمس . فى هذا الوضع تضىء الشمس الجانب

الخلفى من القمر ويكون الجانب المواجه لنا معتماً . عند ذلك يقال إن القمر فى المحاق ، ويكون ذلك بداية الشهر العربى . وأحياناً أخرى يكون الثلاثة فى خط واحد وتكون الأرض هى التى تتوسط الشمس والقمر . عند ذلك يكون الجانب المواجه لنا كله مضيئاً ويكون القمر بدراً . وفى غير هاتين الحالتين قد نرى نصف القمر أو أقل من نصفه .

ولنتتبع الآن بأعيننا القمر المتغير ، ونراقبه وهو يمر فى أوجهه المختلفة .

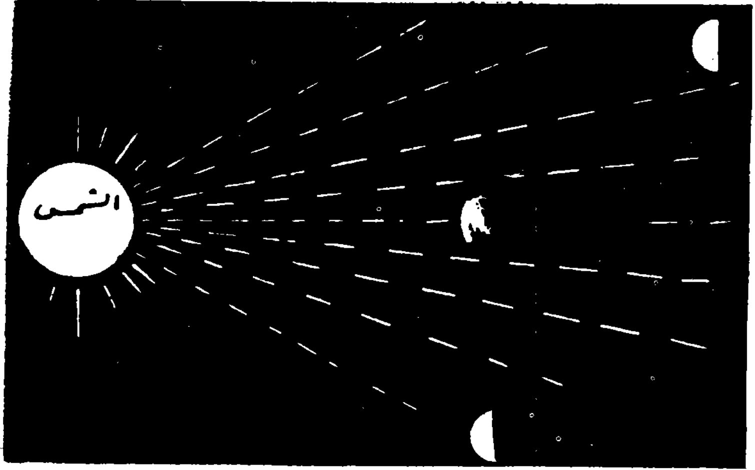


بعد يومين أو ثلاثة أيام من المحاق نرى القمر هلالا

فى بداية الشهر القمرى يكون القمر ، كما سلف القول، فى المحاق . وبعد ذلك بيومين أو ثلاثة أيام يرى القمر فى السماء فى الغرب عقب غروب الشمس على شكل هلال . ويبدو رقيقاً وسيمـاً وفى غاية النضارة . ولما كانت الأرض تدور على الدوام فإن الهلال يبدو ككل شىء آخر فى السماء كأنه يتحرك من الشرق إلى الغرب . ولكن إذا كان بجوار الهلال نجم لامع ، فإننا سنجد بسهولة أن حركته الحقيقية ليست فى ذلك الاتجاه . وحتى بعد مضى ساعة واحدة نستطيع

أن نرى أن القمر يتحرك نحو الشرق بالنسبة للنجوم التى يقع فى إطارها . وهو يتحرك فى الساعة الواحدة ما يعادل قطره تقريباً .

وأحياناً عندما يكون الهلال صغيراً كما وصفنا ، يلفت نظرنا منظر غريب ، فإننا نرى جزء القمر الذى لا تضيئه الشمس مضيئاً بضوء خافت جداً . وقد وصف الشعراء هذه الظاهرة بقولهم : « إن القمر الجديد يحتضن القمر القديم » . ولكن لها عندنا فتنة خاصة . فإننا نعلم أن الضوء الذى يضىء الجزء المعتم من

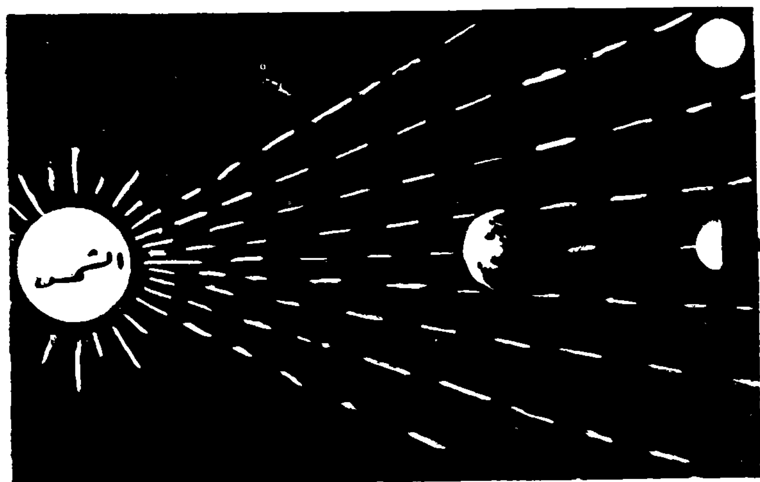


عندما يكون القمر فى الربيع الأول يبدو كنصف فطيرة

القمر هو ضوء الشمس المنعكس من الأرض . والأرض عندما تقع عليها أشعة الشمس تلمع لمعاناً شديداً . فعندما تنعكس هذه الأشعة وتسقط على الجزء المعتم من القمر فإنها تضيئه إلى درجة تمكننا من رؤيته . ولو أن إنساناً كان على سطح القمر لاستطاع أن يطالع كتاباً بسهولة فى هذا الضوء المنعكس من سطح الأرض . وسيجده أسطع من ضوء البدر الكامل خمسين مرة .

ولكن القمر القديم لا يمكث فى أحضان القمر الجديد طويلا . إذ عندما

يبلغ عمر القمر خمسة أيام فإن أشعة الشمس المنعكسة من الأرض لا تسقط على الجزء المعتم منه ولا نعود نراه . ولكننا نلاحظ أن الجزء الداخلى من الهلال قد أصبح أقرب إلى الاستقامة مما كان من قبل . وإذن فهلالنا الرشيق الأنيق آخذ فى البدانة . وبعد مرور سبعة أيام ينمو إلى نصف فطيرة دسمة . ويقال إن القمر فى الربع الأول لأنه عند ذاك يكون قد قطع ربع المسافة حول الأرض . وبعد أسبوع آخر ينمو القمر إلى بدر كامل . ويصبح شديد التألق واللمعان .



بعد أسبوع آخر ينمو القمر إلى بدر كامل

فيسيطر على السماء ويعتم النجوم ويصل إلى غاية بهائه وعظمته . ولكننا بعد أيام نلاحظ أن الجزء الغربى من البدر يأخذ فى التناقص ، ونراه يتضاءل ليلة بعد ليلة . وعندما يقترب من الربع الأخير فى نهاية الأسبوع الثالث نراه كما كان فى الربع الأول بيد أن الجزء المضىء يكون فى هذه المرة الجزء الذى إلى اليسار . ويكون القمر قد أتم ثلاثة أرباع دورته حول الأرض . ثم يستمر القمر بعد ذلك فى التضاؤل حتى يعود هلالاً مرة أخرى . ثم أخيراً تعود الشمس والأرض

والقمر فى خط واحد مرة أخرى ، ويكون قد مضى تسعة وعشرون يوماً ونصف يوم على المحاق الأخير ، وتبدأ دورة جديدة .

ذكرنا أنه فى أول الشهر القمرى ومنتصفه تكون الأرض والقمر على خط واحد مع الشمس . ولكن القمر عادة لا يعترض الأشعة الواصلة من الشمس إلى الأرض فأحياناً يمر فوقها وأحياناً تحتها . ولكن يحدث أحياناً أن يعترض القمر ، كله أو جزء منه ، هذه الأشعة . عند ذلك يحدث كسوف للشمس . فنرى الشمس كلها أو جزءاً منها ، مغطاة بالقمر . ويحدث هذا على الأقل مرتين فى السنة . ولكن الكسوف لا يرى من كل مكان على سطح الأرض . بل فقط من الأمكنة التى يمنع القمر أشعة الشمس من الوصول إليها .

وأهم أنواع الكسوف وأشدها إثارة هو الذى يحجب فيه القمر قرص الشمس كله ويسمى كسوفاً كليًّا . عند ذلك تظلم الدنيا حتى لو كان الوقت ظهراً ، ويستولى الفزع على أولئك الذين لا يعرفون حقيقة ما يحدث . ويظهر القلق على الحيوانات وتظن الطيور أن الليل قد حل فتأوى إلى أعشاشها .

وأخبار الكسوف الكلى تحتل على الدوام الصفحة الأولى فى الصحف . وإذا كان من الممكن رؤية الكسوف من الجهة التى نعيش فيها فإن كل إنسان يترك عمله ويسرع لرؤيته . ومن الأمكنة العالية يمكن رؤية ظل القمر وهو يكنسح سطح الأرض . وتستطيع أن تراه بسهولة حتى ولو كان الوقت ظهراً . وليس الظل كبيراً جدًّا — فإن عرضه لا يتجاوز ١٦٦ ميلا . وهو يقبل على سطح الأرض مندفعاً بسرعة تزيد على ١,٠٠٠ ميل فى الساعة . وإذا نظرت إلى الشمس خلال زجاج مدخن استطعت أن ترى قرص الشمس وهو يختفى رويداً رويداً . وبعد قليل يختفى آخر جزء فيه . وتجثم على الأرض كآبة رهيبة . ولا يكون الظلام الذى يخيم على الأرض كظلام الليل الشديد الظلمة بل ولا حتى كظلام الليل عندما يكون القمر بدراً . ومع ذلك فإن ألمع النجوم

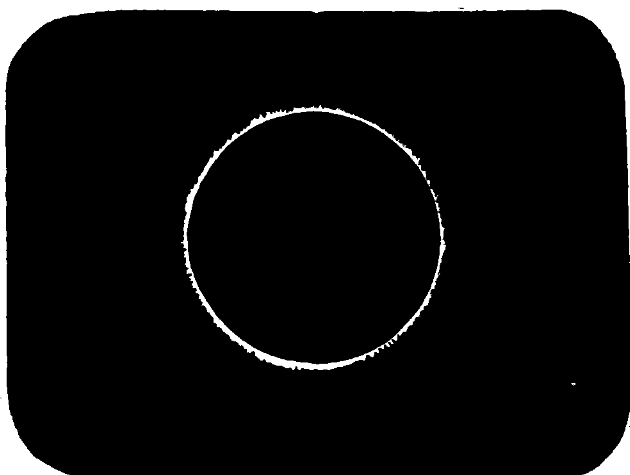
تظهر فى السماء ونستطيع أن نرى إكليل الشمس يحيط بها متوهجاً بلون فضى .

ولا يستمر الكسوف طويلا . فإن الكسوف الكلى لا يمكن أن يبقى أكثر من سبع دقائق وأربعين ثانية . ذلك لأن قرص القمر ، حتى عندما يكون فى أقرب أوضاعه منا . لا يزيد عن قرص الشمس . فهو لا يكفى إلا أن يغطى قرص الشمس وحسب . وبالإضافة إلى ذلك فإن القمر يتحرك على الدوام فهو لا يستطيع أن يحجب أشعة الشمس مدة طويلة .

ولما كان ظل القمر شريطاً ضيقاً جداً ومن الممكن أن يسقط على أى مكان بالأرض ، فربما يقتضى الأمر أن ننتظر أكثر من ٢٠٠ سنة حتى يحدث كسوف كلى بالجهة التى نعيش فيها . وبالطبع لا يمكن أن ينتظر الفلكيون حتى يحدث كسوف كلى فى الجهة التى بها مراصدهم . إنما يذهبون إلى المكان الذى يحدث فيه الكسوف . فهم يعرفون بالضبط الأمكنة التى يرى منها الكسوف الكلى لأنهم يستطيعون أن يحسبوا بدقة تامة المسار الذى سيرسمه ظل القمر على الأرض .

وكثيراً ما ينتقلون آلاف الأميال حتى يروا كسوفاً كلياً . ولكنك تستطيع أن ترى كسوفاً جزئياً بدون الحاجة إلى القيام برحلة طويلة ؛ إذ لا يمضى عام أو ما يقاربه حتى تستطيع أن ترى الشمس وهى تبدو كأن جزءاً من قرصها قد قضمه القمر . ويحدث ذلك عندما يحجب القمر جزءاً فقط من قرص الشمس .

وقد تحدث حالة نادرة . إذ ربما لا يحدث كسوف كلى حتى لو كانت الشمس والقمر والأرض على استقامة واحدة تماماً . إنما يحدث ما يسمى كسوفاً حلقياً . وهو أن يختفى قرص الشمس ، ما عدا حلقة رقيقة حول الحافة كلها تظل مضيئة لامعة . ويحدث الكسوف الحلقى عندما لا يكون القمر فى أقرب أوضاعه من الأرض . عند ذلك لا يكفى لحجب قرص الشمس كله .



خلال الكسوف الكلى يحجب القمر قرص الشمس

فإن بعدنا عن الشمس وبعدنا عن القمر ليسا ثابتين ، بل يتغيران على حسب موقع الأرض والقمر فى مداريهما ؛ فأحياناً يبدو القمر كبيراً ، وأحياناً يبدو صغيراً . وعندما يبدو أصغر ما يمكن لا يكفى لتغطية قرص الشمس كله .

ويحدث أحياناً أخرى أن تكون الشمس والأرض والقمر على خط واحد ولكن تكون الأرض هى التى تتوسط الشمس والقمر . عند ذلك يحدث خسوف للقمر . فإن ظل الأرض الضخم المخروطى الشكل يسقط على القمر وهو بدر . ولكن القمر لا يختفى تماماً لأن جو الأرض يعكس بعض أشعة الشمس فتصل إلى سطح القمر ، ولذلك فإننا نراه برغم أنه مخسوف . وعادة يكون لون القمر حين الخسوف أحمر كامداً . ومنظر خسوف القمر ليس مثيراً كمنظر كسوف الشمس حتى ولو كان الكسوف جزئيًّا . ولكن من الممكن على الأقل رؤية الخسوف من أى مكان على الأرض بشرط أن يكون فوق الأفق عند حدوث الخسوف .

ولكن ما هو شكل القمر بالضبط ؟

كان الناس ، قبل صنع المنظار الفلكى ، يتخيلون عن القمر شتى التخيلات الغريبة . فقد كانت البقع المعتمة التى كانت تجعل سطح القمر يبدو كوجه إنسان ؛ والذى أصبح يطلق عليه اسم الرجل الذى بالقمر ، تثير عجب الناس وتكهناتهم . فهل القمر مرآة ضخمة تعكس قارات الأرض ومحيطاتها ؟ وهل نرى خريطة الأرض مبسوطة على وجه القمر ؟

لم يعد هناك حاجة إلى العجب الآن . فإننا باستخدام منظار فلكى صغير ، نستطيع أن نرى شكل القمر على حقيقته ، سنرى جبالا شامخة تخترقها وديان عميقة مستقيمة ، وفوهات ذات حواف واسعة ، ومساحات معتمة فسيحة كان يسود الاعتقاد فى الماضى أنها بحار . ولكننا نعلم الآن أنه لا يوجد ماء بالقمر .

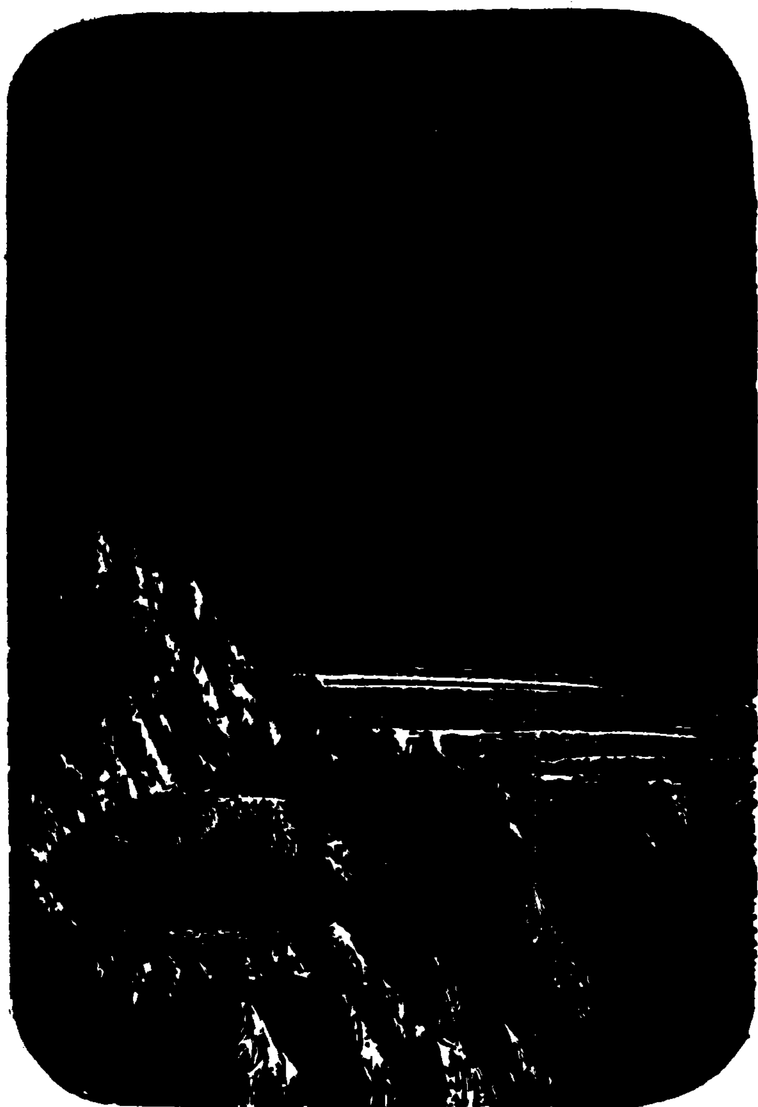
ولا يدعو للحيرة فى القمر شىء كالفوهات المتناثرة على سطحه . وهى ذات اتساعات متفاوتة يصل بعضها إلى مائة ميل وأكثر . وإن كان اتساع معظمها يتراوح بين خمسة أميال وعشرين ميلا . وهى أكبر – بما لا يقارن – من الفوهات الموجودة على سطح الأرض . ويحيط بكل منها حائط يرتفع كالجبل وفى قاع كثير منها توجد قمة جبلية . وأحياناً توجد فوهة داخل فوهة أخرى . ويزيد عدد الفوهات فى جزء القمر المواجه لنا على الدوام على ٣٠٫٠٠٠ فوهة !

فما هى هذه الفوهات ؟ وما الذى تتكون منه ؟ إننا نسميها فوهات . ولكن هل تكونت بفعل البراكين كما كان الاعتقاد سائداً فى أول الأمر ؟ لم نعد الآن على ثقة من ذلك . ربما تكونت بعض الفوهات – وربما كلها – نتيجة لسقوط كتل من المعادن أو الأحجار على القمر وانفجارها عند اصطدامها به .

وقد لا يكون بعيداً ذلك اليوم الذى تطأ فيه قدم الإنسان أرض القمر * . وينحدر إلى قاع إحدى هذه الفوهات ويلمس جوانبها العالية بيديه . لأن

---

* فى ٢١ يولية ١٩٦٩ هبطت النسر على سطح القمر ونزل فيها أول إنسان ستطأ قدمه أرض القمر وهو آرمسترونج وتلاه ألدرين . وعاشا هناك ٢٢ ساعة ثم استقلا النسر التى انطلقت بهما وعادت إلى الالتحام مع أبوللو ١١ .



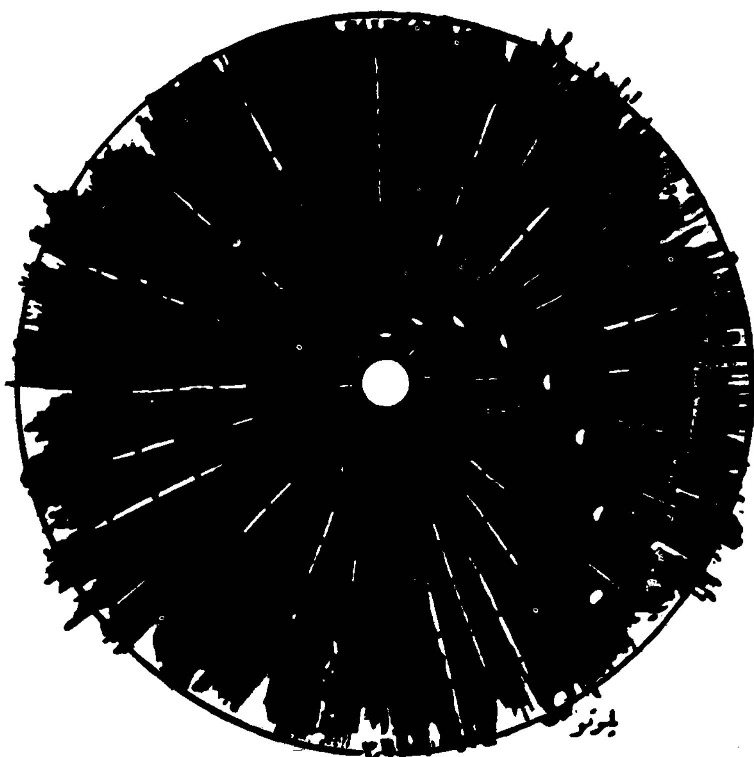
جبال القمر عالية وشديدة الوعورة

السفر إلى القمر لم يعد حلماً خيالياً كما لا يزال بعض الناس يظنون . حقاً إن الأمر على جانب كبير من الصعوبة ، والنفقات باهظة ، ولكن من الممكن وضعه موضع التنفيذ باستخدام صاروخ ذى ثلاث مراحل ومحطة فضائية . وما لم نحصل على وقود للصواريخ أفضل مما لدينا الآن فلن نحاول القيام بمثل هذه الرحلة . ولكن عندما يكون لدينا قوة دافعة كافية فلا شك أننا ستتمكن من مغادرة الأرض والوصول إلى القمر والرسو عليه فى رفق ثم الإقلاع منه والعودة إلى الأرض .

ولا شك أن الوصول إلى القمر سيكون انتصاراً ساحقاً . بيد أن الرواد الذين سيستقلون الصاروخ سيسرهم كثيراً أن يسرعوا بالعودة إلى الأرض — أرضنا الحبيبة الحنون حيث يجدون هواء يستنشقونه ، وماء عذباً يشربونه ، وحيث لا تغلى سوائل الجسم من شدة الحرارة نهاراً ولا تتجمد الأطراف من شدة البرد ليلا ، وحيث تهب الرياح ، وحيث نستطيع أن نسمع أصدقاءنا عندما يتحدثون إلينا .

وسيسجل مكتشفونا فى تقاريرهم أنه خلال النهار — الذى يبلغ على سطح القمر أكثر من ١٤ يوماً من أيامنا — ترتفع الحرارة إلى درجة لا تحتمل فإن الشمس تصب أشعتها المحرقة على سطح القمر حتى تصبح الصخور أشد حرارة من الماء المغلى . ولكن عندما تقترب الشمس من مغيبها تخف درجة الحرارة ، وما إن تغيب الشمس تحت الأفق حتى تكون الحرارة قد انخفضت عن درجة التجمد . فإنها تصل فى أول ساعات ليل القمر — الذى يبلغ طوله ما يزيد على ١٤ يوماً من أيام الأرض — إلى ١٥٠° تحت الصفر . وهى درجة لا تصل إليها أشد مناطق الأرض برودة وسيقول مستكشفونا إنهم رأوا السماء سوداء كالحبر حتى خلال النهار . وإنهم رأوا النجوم تلمع على الدوام لمعاناً شديداً ولكنها لا تومض قط . وسيصفون لنا ذلك السكون المقبض الذى يسود ذلك العالم الخالى من الهواء .

وعندما يعود مستكشفونا المنتصرون بقصتهم فإنهم ولا شك سيبددون الآمال التى ظلت تحييها سنين عديدة تلك الكتب السخيفة عن القمر . فإن القمر ليس ذلك المكان الذى يتسابق الناس لتملك عقار فيه . بل إن القمر لا يصلح لأن يمضى فيه أحد نهاية الأسبوع . فقد انتهى أمر القمر . ولا نستطيع أن ننتظر أن نفيد منه أكثر مما نفيد منه الآن . والقمر ، بإضاءة الأرض فى الليل تلك الإضاءة الرقيقة ، وبأحداثه لحركة المد والجزر فى محيطاتنا ، يؤدى كل ما يستطيع أن يقدمه لنا الآن أو فى المستقبل من خدمات .



ترتيب السيارات حسب أبعادها عن الشمس . والأعداد تبين سرعة السيارات حول الشمس مقدرة بالأميال فى الثانية .

الفصل الخامس

قواعد المرور فى السماء

منذ ٥,٠٠٠ سنة أخذ علماء ذلك الوقت ، الذين كانوا يوصفون بالحكماء يراقبون السماء ليدرسوا حركة النجوم . فلاحظوا أن النجوم تشرق من الشرق وتغرب من الغرب . ووجدوا أنها تفعل ذلك ليلة بعد ليلة ، فيما عدا أنها كانت

تبكر فى الشروق والغروب أربع دقائق فى كل ليلة عن الليلة السابقة لها . وتوالى الليالى يجعل الدقائق تتجمع . فبعد مضى بضعة أسابيع ، لاحظوا أن النجوم التى رأوها تشرق فى أواخر الليل تظهر مرتفعة فى السماء بمجرد أن تغرب الشمس ويسمح الظلام برؤية النجوم . أما تلك التى كانوا يرونها فى غرب السماء عقب مغيب الشمس فقد أصبحت عقب الغروب تحت الأفق .

وبعد أشهر قليلة أدركوا أن السماء قد تغيرت بالتدريج ، فلم يعودوا يرون فى الربيع نفس النجوم التى كانوا يرونها فى الشتاء . ولم يدركوا أن تلك النجوم الجديدة كانت موجودة فى السماء فى النهار السابق . ولكنهم رأوا بوضوح أنه عندما يمر عام كامل تعود جميع النجوم إلى مواضعها السابقة . وكانت على الدوام تشغل نفس الأماكن التى كانت تشغلها من قبل . ولم يكن يبدو أنها تغير أماكنها بالنسبة لبعض قط . ولذلك أطلق عليها القدماء اسم النجوم الثابتة .

ولكن هؤلاء القدماء لاحظوا أيضاً أن النجوم لم تكن كلها ثابتة . إذ وجدوا أنه من بين النجوم اللامعة ، يوجد عدد قليل ، قليل جداً ، تغير مواضعها بالنسبة للنجوم المحيطة بها . فأطلقوا عليها اسم النجوم الجوالة أو السيارات . واستكشفوا خمسة سيارات سموها : عطارد ، والزهرة ، والمريخ ، والمشترى ، وزحل . ولما كانت الشمس والقمر يغيران موضعيهما بالنسبة للنجوم الثابتة أيضاً فقد ضموهما إلى السيارات واعتقدوا أنها جميعاً تدور حول الأرض . كما كانوا يعتقدون أن النجوم الثابتة تدور حول الأرض أيضاً . ولم يخطر على بالهم قط أن الأرض نفسها هى إحدى السيارات .

ونحن الآن نعلم أن النجوم الثابتة ليست ساكنة فى أماكنها بل إنها تتحرك فعلا . ولكن نظراً لأبعادها الشاسعة ، فإن حركاتها تبدو بطيئة جداً بحيث إنه فى مدى عمر الإنسان لا يستطيع أحد أن يلاحظ أى اختلاف فى أوضاعها .

تدور جميع السيارات ، ومن بينها الأ

أما السيارات ، فإننا نعلم أنها أخوات الأر
كما تدور الأرض . وهى جميعاً تكون أسرة
يشترك فيها جميع أعضاء هذه الأسرة . فهى بـ
وبخلاف النجوم ، يرى لكل منها قرص — أ
بالمنظار الفلكى .

وقد زادت أسرة الشمس كثيراً منذ أز
الخمسة ، التى هى أشد السيارات لمعاناً ،



وتزداد سرعة كل سيار كلما اقترب من الشمس

، وهى : أورانوس ، ونبتيون ، وبلوتو . وبالإضافة إلى هذه السيارات كشف ألفان من السيارات الصغيرة ، وهى أكثر من أن يعطى لكل منها اص . وجمعت كلها تحت اسم « النجيمات » . وهى جميعاً تدور شمس فى نفس المستوى تقريباً على أبعاد متفاوتة منها .

شابه جميع السيارات فى حركاتها بحيث يبدو كأنها تتبع قواعد مرور فهى تدور حول الشمس فى اتجاه واحد — ضد دوران عقرب الساعة . نها تدور فى مدارات بيضاوية لا دائرية تماماً . وكلما اقترب السيار من

الشمس زادت سرعته ، وكلما بعد عنها قلت السرعة .

وهى تتحرك خاضعة لقانون معين . والذى كشف هذا القانون وعرفنا به هو الرياضى الإنجليزى الكبير إسحق نيوتن . وهذا القانون هوقانون الجذب . ومضمونه باختصار أن كل جسم فى الوجود يجذب كل جسم آخر مهما كان بعيداً عنه .

وقد استمد نيوتن فكرته من مشاهدته لتفاحة تسقط من شجرة . وقد شاهد ملايين الناس التفاح يسقط من الأشجار . ولكنهم لم يلقوا إلى ذلك بالا . أما نيوتن فقد اهتم بالأمر وتساءل عن سبب سقوط التفاحة ؟ وأجاب على تساؤله بأن الأرض تجذب التفاحة إليها . وذهب إلى أبعد من ذلك ، وهو أن التفاحة أيضاً تجذب الأرض بنفس القوة التى تجذب بها الأرض التفاحة . ولكن نظراً لضخامة الأرض فإنها لا تستجيب لجذب التفاحة . أما التفاحة فلكونها صغيرة جداً ، فإنها تستجيب لجذب الأرض . وهذا هو سبب سقوطها على الأرض . وأطلق نيوتن على هذه القوة اسم « قوة الجذب » ، ويطلق عليها أيضاً اسم « قوة التثاقل » و « قوة الجاذبية » .

ونحن جميعاً نعلم أن الأرض تعمل كأنها تشد كل شيء نحو مركزها . فمثلا نعلم أننا لا نستطيع أن نقفز إلى ارتفاع كبير — فإن الأرض تشدنا نحوها . ونعلم أننا نحتاج إلى بذل مجهود كبير حتى نستطيع رفع صندوق كبير مملوء بالكتب ، ونقول إنه ثقيل . والذى نقصده أن الأرض تجذب الصندوق نحوها بقوة شديدة بحيث إننا نعانى مشقة كبرى فى رفعه عن الأرض . ونعلم أيضاً أننا إذا قذفنا كرة فى الهواء فإنها لا تستمر فى الارتفاع ؛ إذ بعد قليل تنحنى نحو الأرض ثم تسقط عليها .

ولم يقف نيوتن عند سقوط التفاحة . ولا عند الكرة المقذوفة ، بل استمر يوجه لنفسه الأسئلة : هل ينطبق نفس قانون الجذب هذا على القمر ؟ أى

هل تجذب الأرض القمر نحوها ؟ وكان نيوتن يعتقد أنك إذا دفعت جسماً دفعة جعلته يتحرك فإنه يتحرك فى خط مستقيم ما لم يتدخل شىء يوقفه عن الحركة أو يجعله يتحرك فى مسار آخر . فهل قوة الجذب هى التى تجعل القمر ينحنى نحو الأرض على الدوام ؟ وهل هذا هو السبب فى أن مسار القمر بيضاوى الشكل ؟ وكان نيوتن يعلم حجم كل من الأرض والقمر والبعد بينهما . كما كان يعرف سرعة كل منهما ، ومعدل « السقوط الخالص » أى سرعة جسم ساقط سقوطاً خالصاً ، كالكرة مثلا ، بعد ثانية واحدة ، وبعد ثانيتين ، وهكذا . وقام بإجراء عملياته الحسابية . وأقنعته النتيجة التى وصل إليها بأنه كان على صواب فيما ذهب إليه ، وهو أن الأرض ، كما أنها تجذب التفاحة . فإنها تجذب القمر أيضاً . ولكن قوة الجذب تتوقف لا على كتلة الجسم وحسب ، بل وعلى بعده أيضاً . وقانون الجذب يعمل بحيث إنه إذا ضوعفت المسافة فإن قوة الجذب تقل إلى الربع . وإذا زيدت المسافة إلى ثلاثة أضعاف فإن قوة الجذب تقل إلى التسع وهكذا ، أى أن قانون الجذب يعمل ، بالنسبة للمسافة ، وفق القانون التربيعى العكسى .

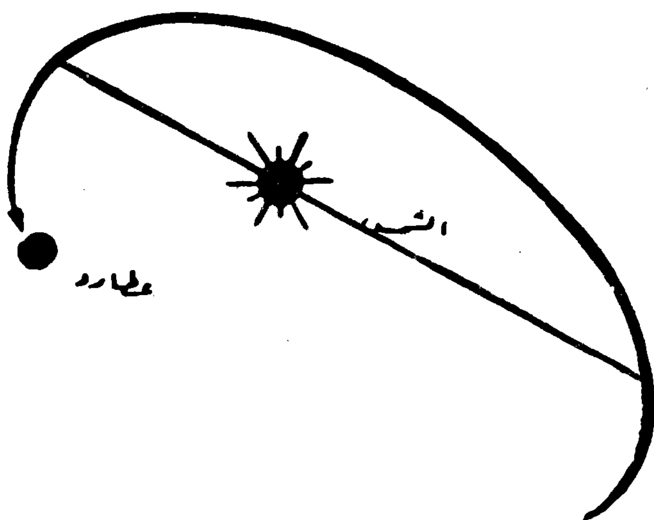
ومن المعلوم أن بعد القمر عن مركز الأرض يعادل بعد الأجسام التى على سطحها عنه ٦٠ ضعفاً . وإذن فإن قوة جذب الأرض للقمر تقل إلى $\frac{١}{٣٦٠٠}$ من قوة جذبها له لو أنه كان على سطحها . وقد حسب نيوتن من ذلك أن القمر يسقط نحو الأرض بمعدل جزء من البوصة فى الثانية الواحدة . ولكنه لا يهبط نحو الأرض كما تهبط الكرة المقذوفة وسبب عدم سقوطه على الأرض أنه يتحرك بسرعة كبيرة محاولاً السير فى خط مستقيم . وتكون النتيجة أنه ينحنى فقط حول الأرض . ويمكن القول بأنه يسقط حول الأرض . والمدار البيضاوى الذى يدور فيه هو من نوع من التوازن بين محاولة الأرض جذب القمر ومحاولة القمر السير فى خط مستقيم .

وتمكن نيوتن من إقناع الجميع بأنه على صواب . فإن النتائج التى وصل

إليها من تطبيق قانون الجذب أقنعت جميع العلماء بأن قانون الجذب هو أهم قانون طبيعي فى الكون[١] المادى كله ؛ فقانون الجذب هو الذى يجعل القمر يدور حول الأرض فى مداره البيضاوى ، وهو الذى وضع قواعد المرور لأسرة الشمس . فالسيارات يجب أن تسير فى مسارات بيضاوية ، ويجب أن تتحرك بالسرعة التى تتحرك بها فعلا . وكلما اقتربت من الشمس يجب أن تتزايد سرعتها لأنها كلما اقتربت من الشمس زادت قوة جذب الشمس لها . وعلى كل كوكب سيار أن يخضع لقواعد المرور .

---

(١) ربما أصبح يعادله فى الأهمية ، إن لم يفقه ، قانون أينشتين الذى مؤداه أن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة . (المترجم)



الفصل السادس

عطارد

عطارد هو طفل أسرة الشمس . فهو صغير جداً حقاً ، إذ لا يزيد حجمه عن حجم القمر سوى ضعف ونصف ضعف فقط . وهو أقرب الكواكب السيارة إلى الشمس . ولكن لما كان مداره البيضاوى منبعجاً إلى حد كبير ، وكانت الشمس غير واقعة فى المركز تماماً وإنما تبعد عنه ، فإن عطارد يقترب من الشمس فى بعض الأحيان أكثر بكثير مما يقترب منها فى أحيان أخرى . ففى كل ثلاثة أشهر يصبح عطارد على بعد ٤٣½ مليون ميل من الشمس وهو أبعد ما يمكن أن يصل إليه ولكن بعد ٤٤ يوماً يصبح على بعد ٢٨½ مليون ميل فقط .

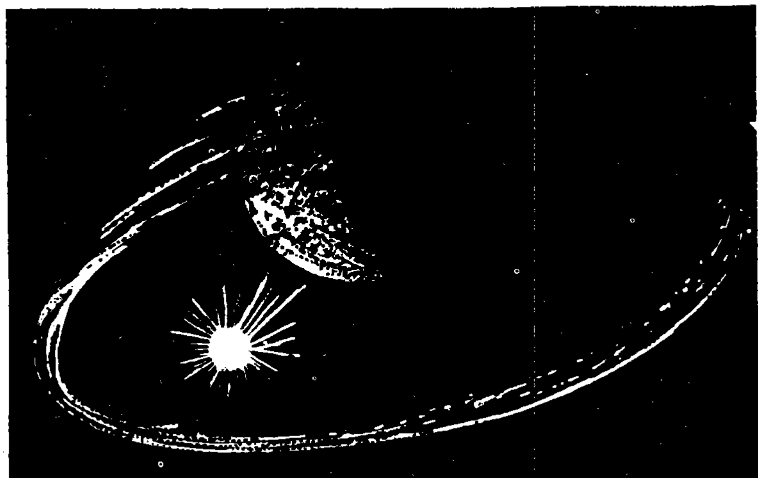
ولما كان عطارد بهذا القرب من الشمس فإن عليه أن يكون مسرعاً فى سيره . ولذلك فهو يتم دورته حول الشمس فى ٨٨ يوماً . أى أن « سنة » عطارد تعادل ٨٨ يوماً من أيامنا . أما يوم عطارد فإن طوله يعادل طول سنته بالضبط .

أى ٨٨ يوماً من أيامنا . لأن السيار الصغير يدور دورة كاملة حول محوره فى نفس الزمن الذى يدور فيه حول الشمس ، تماماً كما يدور القمر دورة كاملة حول محوره فى نفس الزمن الذى يدور فيه حول الأرض . ومن ثم فإن عطارد يواجه الشمس بجانب واحد ، تماماً كما يواجه القمر الأرض بجانب واحد .

وهذا يعنى أن الحرارة ترتفع إلى حد كبير فى الجانب المواجه للشمس . وفى الواقع فإن الشمس تصب على الجانب المواجه لها ثمانية أضعاف الحرارة التى تصبها على الأرض . ولما كان عطارد لا يستطيع أن يشيح بوجهه عن الشمس فإن درجة الحرارة على هذا الوجه تصل إلى ما يقرب من ٤٠٠° مئوية وهذه الحرارة كافية لإذابة الرصاص والقصدير ! أما فى الجانب الخافى فإن الحرارة فى نفس الوقت تنخفض إلى برودة لا تطاق إذ تبلغ ٢٤٠° مئوية تحت الصفر .

وبطبيعة الحال لا يمكن أن يعيش كائن حى فى مثل هذه البيئة . وإذا ما قصدت سفينة فضائية إلى عطارد فإنها إذا فعلت شيئاً أكثر من أخذ بعض الصور للجزء الحار فإن المجهود الذى تبذله يكون ضائعاً . أما الجزء البارد فمن الممكن الرسو عليه إذا كان الملاحون يرتدون ملابس كدبابات مكيفة الحرارة والضغط ويستطيع المستكشفون وهم مزودون بهذه الملابس أن يتجولوا على جزء من السطح وأن يحضروا معهم عينات من صخوره . ولكن من المشكوك فيه أنهم سيشاهدون شيئاً يستحق ما يتجشمونه من متاعب للوصول إلى هناك .

وإذا ما جازف بعض المستكشفين المغامرين بالذهاب إلى عطارد فيجب عليهم أن يأخذوا معهم ما يلزمهم من الأكسجين . لأن عطارد لا جو له ، إذ أن جرماً سماوياً صغيراً كعطارد لا يمكن أن يكون له جو غازى لأن قوة جذبه لا تكفى لتمكينه من الاحتفاظ بأى غلاف جوى . إذ من خواص الغازات أنها تتمدد وتملأ كل حيز فى متناولها . وإذا لم يمنعها شىء فإنها تتسرب إلى الفضاء والسبب فى أن جو الأرض لم يتشتت فى الفضاء هو أن جذبها من القوة بحيث إنها



وجه عطارد المقابل الشمس شديد الحرارة

تستطيع الإمساك بالغازات ومنعها من الإفلات إلى الفضاء . ومع ذلك فقد تتمكن ذرة من الأيدروجين بين حين وآخر من التحرر من قبضة الأرض والتسلل إلى الفضاء .

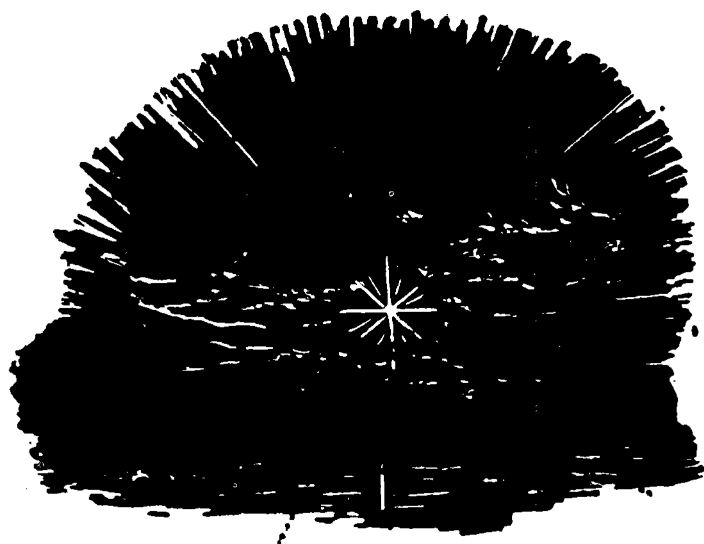
وهناك مثل يقول : « ما ارتفع شيء إلا وقع » (أو كما يقول الشاعر العربي : ما طار طير وارتفع إلا كما طار وقع) وهذا غير صحيح . فإنه إذا انطلق جسم بسرعة كافية فإنه لا يضطر للعودة . ولكن حتى يتحرر جسم من قبضة الأرض ويتسرب إلى الفضاء الفسيح ، عليه أن يبدأ بسرعة انطلاق لا تقل عن سبعة أميال فى الثانية الواحدة (أى أكثر من ٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة !) وتسمى هذه السرعة سرعة الإفلات (أى السرعة التى تفلت بها من الأرض ولا تعود إليها ثانية) ، وكلما صغر جرم الكوكب قلت سرعة الإفلات من على سطحه . فسرعة الإفلات من القمر لا تبلغ إلا ميلاً ونصف ميل فى الثانية ، وهذه أقل من سرعة الجزيئات الغازية . ولذلك فحتى لو كان للقمر غلاف جوى فى

بادئ الأمر ، لتمكن من التسرب إلى الفضاء من زمن بعيد تاركاً القمر عارياً بلا غلاف جوى على الإطلاق .

وعطارد لا يزيد كثيراً عن القمر وسرعة الإفلات من سطحه لا تزيد كثيراً عن سرعة الإفلات من القمر . ولذلك فإن عطارد لا يستطيع هو الآخر الاحتفاظ بغلاف جوى . وهذا يعنى بالطبع أن الماء لا بد أن يكون قد تبخر منذ زمن بعيد وتشتت مع الهواء .

فعطارد خال من الهواء والماء مثل القمر ، وله أيضاً أوجه مثل أوجه القمر . فتارة نرى نصف وجه عطارد الحار ، وتارة ربعه ، وتارة أخرى نراه هلالاً صغيراً نحيلاً .

وإنه لمن المدهش حقاً أن القدماء تمكنوا من كشف هذا السيار الصغير ؛ إذ برغم أنه شديد اللمعان إلا أنه نادراً ما يرى بالعين المجردة . إذ لا يمكن رؤيته إلا نحو ست مرات فقط فى السنة عقب غروب الشمس أو قبل شروقها مباشرة . فمن العسير أن يرى فى ضوء الشفق خلال الهواء الكثيف القريب من الأفق .



الفصل السابع

خلف ستار من السحب

تلى الزهرةُ عطارد ، وهى ذلك السيار الذى يسميه الناس تارة نجم المساء ، وتارة نجم الصباح . والزهرة متألقة ، وجميلة ، وغامضة إلى أبعد حدود الغموض .

ولما كانت الزهرة لا تبعد عن الأرض فى بعض الأحيان إلا بمقدار ٢٦ مليون ميل فقط ؛ فلا شك أنك تتوقع أن لدينا معلومات وافية عن توأمنا هذا ، ولكن الواقع هو عكس ذلك تماماً — فإننا نكاد لا نعلم شيئاً عن الزهرة . ولذلك سببان : أولهما أنه عندما تكون الزهرة فى أقرب أوضاعها إلينا فإننا لا نرى إلا جانبها المظلم . وثانيهما أن الزهرة تغلفها على الدوام سحب كثيفة . حقاً إن مناظيرنا الفلكية الكبيرة تستطيع تقريب الزهرة منا إلى حد كبير ، ولكن بدون

جدوى . لأننا لا نستطيع أن نرى سطح الزهرة نفسه من خلال تلك السحب الكثيفة . وأحياناً عندما يكون الهواء ساكناً للغاية ويكون الوقت نهاراً ، نستطيع أن نرى بعض المعالم فى السحب المغلفة . ولا شىء أكثر من ذلك .

ومعلوماتنا عن الزهرة من الضآلة بحيث إننا لسنا متأكدين من طول يومها . إننا نعلم أنها تدور حول الشمس فى مدة سبعة أشهر ونصف شهر . ولكن الفلكيين لا يزالون فى حيرة من أمر المدة التى تدور فيها حول محورها . وهناك من الأسباب ما يدعونا إلى الظن بأن يومها قد يبلغ ثلاثين يوماً من أيامنا — أى شهراً كاملا .

ولكننا نعلم أشياء كثيرة أخرى عن الزهرة . فمثلا نعلم أن الزهرة تكاد تعادل الأرض فى حجمها . ومعنى هذا أن سرعة الإفلات من على سطحها تبلغ سبعة أميال فى الثانية تقريباً . ومن ثم فيمكن أن نستنتج أن هذا الكوكب قد تمكن من الاحتفاظ بغلافه الجوى .

ولكن ما نوع هذا الغلاف الجوى ؟ إننا نعلم أنه توجد فوق طبقة السحب كميات وافرة من ثانى أكسيد الكربون تزيد عدة آلاف من المرات عما يحتويه غلافنا الجوى . وفيما عدا ذلك لا نعرف عن جو الزهرة إلا النزر اليسير . فهل يوجد فى ذلك الجو بخار ماء ؟ هل يوجد أكسجين ؟ إذا كان يوجد شىء من ذلك فلا أثر له فوق طبقة السحب العالية .

وما هى الأحوال فوق السطح نفسه ؟

يجب أن نفترض أن السطح حار لأن الزهرة أقرب إلى الشمس منا . حقاً إن ستار السحب يعكس إلى الفضاء ستة أعشار أشعة الشمس التى تسقط على الكوكب . ولكن كمية الأشعة التى تستطيع النفاذ إلى السطح كافية لجعله حاراً إلى درجة غير مريحة ، ويظن بعض الفلكيين أن كلمة « مريحة » لا تعبر تعبيراً كافياً ويفضلون التعبير « غير محتملة » لأن الحرارة تصل إلى نحو ١٠٠°

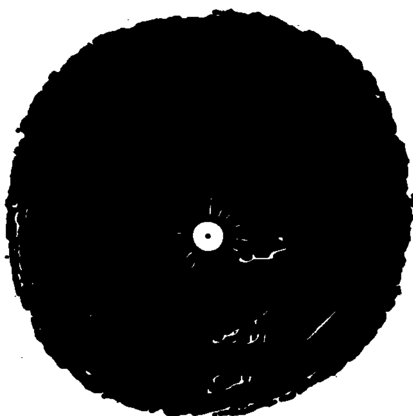
مئوية – وهى درجة غليان الماء ، وهم يذهبون فى إصرار إلى أنه إذا كان يوجد ماء فى الزهرة فلا بد أن يكون فى صورة بخار .

وقد يكونون على صواب ، وقد يكونون على خطأ . وإذا لم يوجد ماء على سطح الزهرة فأغلب الظن أنه صحراء بالغة الحرارة . ولكن كيف نعلل وجود تلك السحب الكثيفة ؟ فإذا لم تكن تتكون من قطرات من بخار الماء فمن أى شىء تتكون ؟ لا ندرى .

ومن الأشياء التى تعنينا فى هذه الأيام التى كثر فيها الكلام عن السفر إلى الفضاء ، معرفة ما إذا كان يمكن للإنسان أن يعيش على سطح الزهرة وهل ينبغى أن يرتدى الأشخاص الذين يقصدونها ملابس فضائية خاصة مكيفة الهواء ؟ إن احتمال وجود كائنات حية بالزهرة ضئيل جداً . وقد يزول هذا الاحتمال بحصولنا على مزيد من المعلومات . وقبل أن يمكن إرسال سفينة فضائية لاستكشاف الزهرة بسنين عديدة قد يزول كل أمل فى أن تكون كوكباً مضيافاً .

وإذا نظرنا إلى الزهرة – التى لها أوجه كأوجه القمر وأوجه عطارد – بالعين المجردة ، فإننا نراها ألمع من أى نجم أو سيار آخر فى السماء . وهى شديدة التألق بحيث إنها ترى حتى فى وضح النهار ، وكثيرون عندما يرونها بالنهار يظنون من شدة تألقها ، أنهم يرون طبقاً طائراً .

ولا ترى الزهرة إلا بعد غروب الشمس أو قبل شروقها . ولا يمكن أن ترى عند منتصف الليل . وهى إما أن تغرب بعد غروب الشمس أو تشرق قبل شروقها . وإذا تذكرت المكان الذى توجه نظرك إليه ، ثم أخذت تنظر إلى هذا المكان مبكراً فى كل ليلة عن الليلة السابقة لها عندما تكون الزهرة آخذة فى الابتعاد عن الشمس الغاربة فإنك لا تلبث أن تراها عندما تكون الشمس لا تزال فوق الأفق .



الفصل الثامن

هل يوجد بالمريخ مخلوقات عاقلة ؟

بعد الزهرة تأتى الأرض . وفى الجانب الآخر منا ، وعلى بعد ١٤١ مليون ميل من الشمس ، يسير المريخ فى مداره . والمريخ هو أكثر السيارات إثارة لاهتمامنا وفضولنا . وأهم سؤال فلكى يسأله غير المختصين بعلم الفلك هو : هل يوجد بالمريخ مخلوقات عاقلة ؟ وإذا كان الجواب بالنفى فهل من الممكن للإنسان أن يعيش هناك ؟

بالطبع ظل الناس يتساءلون عن إمكان وجود حياة على السيارات كلها ولكن منذ ٧٥ سنة أخذت أكبر آمالهم تتركز فى المريخ . فأولا : نعلم أن المريخ يمكن أن يكون له غلاف جوى لأن حجمه يبلغ نصف حجم الأرض ، وثانياً: نعلم أن الحرارة على سطح المريخ لا ترتفع إلى درجة غير محتملة ، وكذلك لا تنخفض إلى برودة غير محتملة . ثم إن به ماء على هيئة ثلج وصقيع .

ويرجع الاهتمام بالمريخ بوجه خاص إلى سنة ١٨٧٧ . فمن المعلوم أن المريخ يقترب من الأرض كل ١٥ أو ١٧ سنة . ويصبح بعده عنها فى حدود ٣٥ مليون ميل . وفى تلك السنة بلغ قربه من الأرض منتهاه. وحفز هذا الاقتراب الشديد الفلكى الإيطالى سكيابارلى إلى مسح سطح المريخ مسحاً دقيقاً بمنظاره الفلكى . وأدرك شيئاً عجيباً لم يلاحظه أحد من قبل .

وكان الفلكيون قد استمروا يدرسون المريخ بالمناظير الفلكية أكثر من ٢٠٠ سنة . ورأوا على سطحه علامات داكنة ثابتة فى أمكنتها . وبملاحظتهم لهذه العلامات وهى تتحرك تبعاً لدوران المريخ حول محوره ، وجدوا أن يوم المريخ يزيد على يومنا بمقدار سبع وثلاثين دقيقة . ورأوا أيضاً بقعة بيضاء كبيرة تنمو عند أحد القطبين ، ثم عند القطب الآخر . وهداهم تفكيرهم إلى أن هاتين البقعتين هما قلنسوتا « طاقيتا » ثلج كالموجودتين عند قطبى الأرض ، وكانتا تذوبان بتغير الفصول على المريخ . ورجحوا أن العلامات الداكنة هى بحار ، وأن الأجزاء البرتقالية أو الوردية اللون هى أرض يابسة .

واستكشف سكيابارلى كشفاً جديداً — وهو يرصد المريخ خلال منظاره الفلكى يوماً بعد يوم خلال هواء ميلانو الحار — فقد لاحظ شبكة من الخطوط الداكنة تخترق « الأرض اليابسة » وتصل « البحار » بعضها ببعض . ورسم صورة لما رآه وأطلق على الخطوط الداكنة الاسم الإيطالى Canali (وتنطق كانالى) ومعنى هذه الكلمة بالإيطالية إما ممرات مائية أو قنوات .

ولو أن هذه الكلمة ترجمت إلى اللغات الأخرى بالمعنى الأول ، أى أنها ممرات مائية طبيعية (مثل بحر المانش) لما أثار الأمر اهتمام الناس . أما أن يطلق على هذه الخطوط اسم قنوات فإنه يجعل الأمر يختلف كل الاختلاف . لأن القنوات لا تكونها الطبيعة إنما تحفرها أيدى مخلوقات عاقلة كالإنسان . فالقول بأن المريخ به قنوات ، معناه أنه يوجد على هذا الكوكب مخلوقات عاقلة

قامت بحفر هذه القنوات.

وفى الحال قامت ضجة كبرى ، وتساءل الناس : « قنوات ! إذن لا بد أنه يوجد أناس على المريخ ! ولا بد أن يكون لهم نظام للرى على أوسع نطاق ولا شك أنهم يفوقوننا كثيراً فى الذكاء . وما الغرابة فى ذلك ؟ ليس فى الأمر ما يدعونا للدهشة . فإن المريخ أصغر وأبعد عن الشمس منا . فلا بد أن يكون قد برد قبل الأرض بزمن طويل . وإذن فمن المحتمل جداً أن تكون الحياة ازدهرت على المريخ مدة أطول » .

ونتج من شدة اهتمام الناس وكثرة كلامهم عن المريخ أن أقام الفلكى الأمريكى المشهور لويل مرصده بأريزونا بالولايات المتحدة لدراسة السيارات بصفة عامة والمريخ بصفة خاصة . وتوقع بعض الناس أننا سنحصل من هذا المرصد على مزيد من الأدلة على وجود مخلوقات عاقلة بالمريخ . واقترح البعض محاولة الاتصال بأهل المريخ . فى حين تساءل آخرون بأنه إذا كان أهل المريخ متقدمين عنا كثيراً فلماذا لم يتصلوا بنا ؟ ربما حاولوا فعلا الاتصال بنا ولكننا لم نفهم الإشارات التى أرسلوها . أو ربما كانوا من التقدم والرقى بحيث إنهم رأوا أننا أقل من أن يتصلوا بنا .

ولكن ما أشد خيبة الأمل التى كانت فى انتظارهم ! إذ لم يلبث الفلكيون أن وجدوا أن ما كانوا يظنونه بحاراً كانت القنوات تخترقها أيضاً . فكان من الواضح أن « البحار » لا يمكن أن تكون بحاراً . إذ كيف تخترق القنوات الماء ؟ إذن فالمساحات الداكنة لا بد أن تكون أراضى السيار الخصبة وأن القنوات هى خطوط طويلة أو وديان من النباتات النامية . وقال الذين قاموا بمشاهدة المريخ إن أى واحد يراقب تغير الألوان سوف يدرك ذلك . ففى « ربيع » و « صيف » المريخ تبدو المساحات الخصبة خضراء. وفى « شتاء » المريخ يتحول اللون الأخضر إلى لون أسمر ، وهو لون النبات عندما يذبل . أضف إلى

ذلك أن طاقية الثلج عند القطب يقل اتساعها باقتراب الصيف . أليس من الواضح إذن – كما قال مشاهدو المريخ – أن الماء يجرى من الجليد فى القريب من القطب الشمالى أو القطب الجنوبى ويروى الأراضى المزروعة ؟

فكانت ضربة شديدة أن يعلم الناس أن القنوات لم تكن قنوات ، وأنها لم تكن خطوطاً مستقيمة ، وأنها ليست متصلة بعضها ببعض على شكل نظام شبكى . وكان من المؤلم نبذ مثل هذه البراهين المثيرة عن وجود مخلوقات عاقلة ، بالمريخ . ورفض البعض أن يصدقوا هذه الأخبار السيئة . ولا يزال البعض يرفض ذلك حتى الآن .

ومع ذلك فإن كل الدلائل تدعونا إلى الاعتقاد بأنه لا يمكن أن يعيش على المريخ أحياء من نوعنا . فإن الأحوال الجوية على سطح المريخ تشبه من وجوه عديدة الأحوال الجوية على ارتفاع ٦٢,٠٠٠ قدم من سطح الأرض . وهذا الارتفاع يعادل ضعفى ارتفاع جبل إفرست (أعلى جبل فى الدنيا) وهذا معناه أنه لا يوجد هواء كاف للتنفس . بل حتى إذا ارتدى الإنسان خوذة محكمة مزودة بقدر كاف من الأكسجين فإنه لا يستطيع أن يعيش . لأن الضغط الجوى يكون أقل من ضغط بخار الماء وثانى أكسيد الكربون الموجودين بالرئتين . وارتداء ملابس مكيفة الضغط فيه كثير من المضايقة . والأرجح أنه إذا ما ذهب إنسان إلى المريخ فى المائة السنة القادمة فإنه إما أن يظل داخل سفينته الفضائية . وإما أن يتجول فى نوع صغير من الدبابات المكيفة الهواء .

وإذا كنا نحن لا نستطيع أن نعيش على المريخ فهذا دليل على أنه لا يوجد به الآن . ولا فى أى وقت مضى ، كائنات مثل الجنس البشرى . وقد كتبت سخافات كثيرة عن الحياة بالمريخ . ولكن من المؤكد أنه لا يمكن بحال أن تعيش مخلوقات مماثلة للإنسان أو لأى حيوان موجود على ظهر الأرض فى هذا الجو الواطئ الضغط الشديد البرودة . فعند الظهيرة فقط ترتفع درجة

الحرارة إلى ما فوق درجة التجمد . وهى لا ترتفع قط عن ١٠ أو ١٥ درجة مئوية . يضاف إلى ذلك أنه من المحتمل أنه لا يوجد ماء على المريخ . إذ من الراجح أن الثلج الموجود به لا يسيل إلى ماء ، بل يتحول مباشرة إلى آثار من بخار الماء ينتشر بكميات ضئيلة جداً فى جو السيار .

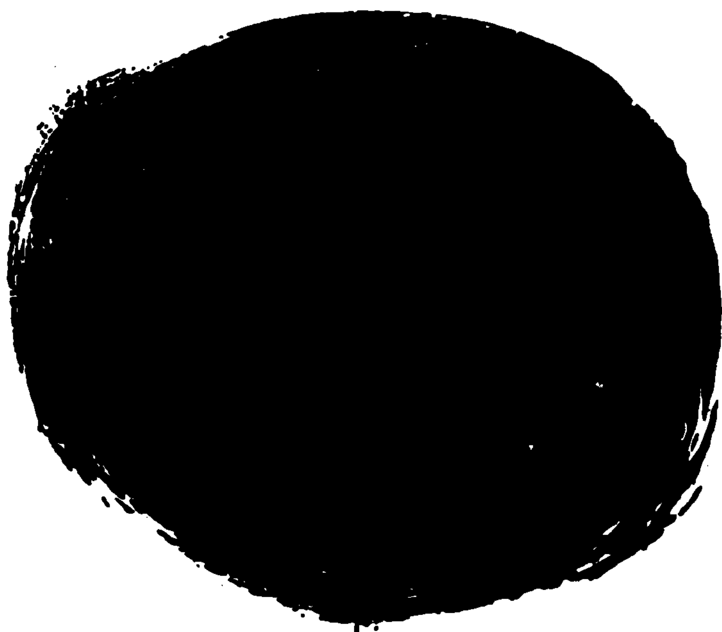
ولكن مجرد احتمال وجود حياة من أى نوع كان على المريخ أمر مثير للغاية . إذ ما الذى يتضمنه ذلك من معنى ؟ إنه يدل على أن الحياة ليست مجرد أمر عارض ، وأنها لا تنشأ بمحض المصادفة ، وأنها ليست شذوذاً فى الطبيعة . ويدل على أن الحياة تظهر كلما كانت الظروف الملائمة للحياة موفورة . ويمدنا بالأمل فى أن الحياة قد تكون مزدهرة فى نواح أخرى من الكون وربما تكون فى مكان ما مخلوقات عاقلة تشبهنا كثيراً .

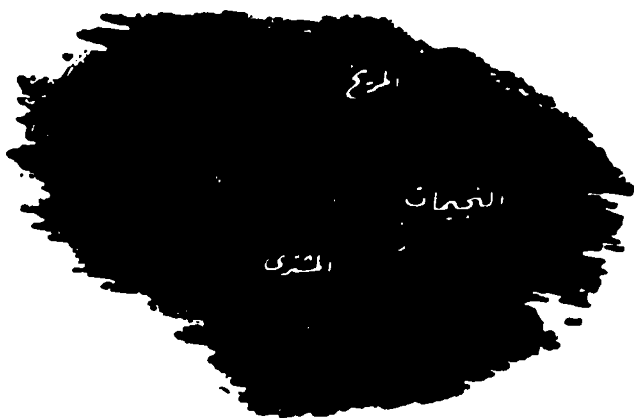
وتوجد أشياء كثيرة عن المريخ ، بجانب موضوع وجود حياة عليه ، يهتم بها الفلكيون بالغ الاهتمام . فهناك مثلا القمران الصغيران العجيبان اللذان يتسابقان حوله . وهما لا يشبهان قمرنا فى كثير أو قليل . فإنهما من ضآلة الحجم بحيث يكون من الأقرب للصواب أن يعتبرا جبلين كبيرين يهرولان فى مداريهما فى الفضاء . فإن فوبوس — وهو القمر الداخلى — لا يبلغ قطره إلا نحو عشرة أميال . وأما ديموس — وهو القمر الخارجى — فيكاد قطره لا يزيد عن خمسة أميال . وهذا معناه أنهما أصغر من القمر مئات المرات فى الحجم ، وأخف منه ملايين المرات فى الوزن .

ولما كان فوبوس لا يبعد عن المريخ إلا بأقل من ٤,٠٠٠ ميل فلا بد أنه يتحرك فى مداره بسرعة هائلة ، ولذلك فإنه يتم ثلاث دورات كاملة حول المريخ فى أربع وعشرين ساعة . أما ديموس فإن بعده يبلغ ٩,٠٠٠ ميل ويستغرق ثلاثين ساعة ليتم دورة كاملة . والنظر إلى القمرين من سطح المريخ لا بد أن يكون له تأثير غريب غير مألوف . حقاً إن القمرين يتحركان حول المريخ

فى اتجاه واحد ، وهو نفس الاتجاه الذى يدور فيه المريخ حول الشمس . ولكن المتتبع للقمرين من سطح المريخ يرى فوبوس يشرق من الغرب ويغرب فى الشرق بعد أربع ساعات ونصف ساعة . أما ديموس فهو يشرق من الشرق ويظل فى سماء المريخ أكثر من يومين كاملين . وقبل أن يغرب يكون قد مرّ بجميع أوجهه من المحاق إلى البدر الكامل مرتين .

إن كتاب قصص الفضاء يتكلمون كثيراً عن مشاهدة المريخ من أحد هذين القمرين . ولكن الوجود على أحد هذين القمرين لا يمتاز كثيراً عن الوجود فى الفضاء . فإن قوتى جذب هذين القمرين من الضعف بحيث إن أقل حركة من أية عضلة من عضلات الجسم من شأنها أن تقذف بالمستكشف بعيداً عن هاتين الصخرتين اللتين لا تختلفان عن الصخور العادية إلا بكبر حجمها . أضف إلى ذلك أن سرعة دورانهما حول محورهما تسبب مضايقة شديدة .





الفصل التاسع

السيارات الضئيلة الحجم

بمجرد أن أخذ الفلكيون يقيسون أبعاد السيارات عن الشمس ، لفت نظارهم أمر غريب — وهو أن جميع السيارات المعروفة — ما عدا سياراً واحداً — تبعد عن الشمس بانتظام . فإن بعد كل سيار عن الشمس يعادل بعد السيار السابق له مرة ونصف مرة على وجه التقريب . والاستثناء هو المشترى ؛ فإن بين المريخ والمشترى ثغرة كبيرة .

وتساءل الفلكيون عن سبب وجود هذه الثغرة ، وعما إذا كان لا يملؤها شيء حقـًا ؟

وفى أول يناير سنة ١٨٠١ كان فلكى صقلى يدعى بيازى يرقب السماء بمنظاره الفلكى . وكان يقوم بوضع قائمة للنجوم ، وكان يعرف السماء جيداً . ولذلك فقد استولت عليه الدهشة عندما رأى نجماً خافتاً فى موضع لم ير فيه

شيئاً قبل ذلك بأيام قليلة . ثم راقب السماء فى الأيام التالية فوجد أن النجم الخافت يتحرك بانتظام ، وإذن فقد كان سياراً !

وكان هذا السيار الصغير الذى أطلق عليه اسم « سيريز » ، هو أول السيارات الصغيرة التى كشفت تدور حول الشمس فى الفضاء الواقع بين المريخ والمشترى . ثم تلا ذلك كشف النجيمات : بالاس ، وفستا ، وجونو. ومنذئذ كشف ألفان من هذه السيارات الصغرى ، أو النجيمات — وهو الاسم الذى أصبح يطلق عليها ، وبالطبع لا يتتبع الفلكيون حركة كل واحد من هذه النجيمات لوفرة عددها وضآلة أحجامها . وستستكشف نجيمات عديدة أخرى ، إذ لا يزال يوجد آلاف أخرى منها .

وهذه النجيمات بالغة الضآلة حقاً ، فإن سيريز وهو أكبرها يبلغ قطره ٤٨٠ ميلا فقط ، وبالاس ٣٠٠ ميل وفستا ٢٤٠ ميلا . وتلك التى يزيد قطرها على ١٠٠ ميل لا تتجاوز أصابع اليدين (أو دستة واحدة) . أما معظمها فلا يتجاوز قطر كل منها ميلا أو ميلين . والصغرى منها ليست حتى كروية ، فهى ليست سوى جبال كبيرة تطوّح فى مداراتها فى الفضاء . وإذا جمع كل ما استكشف منها فى كتلة واحدة فإنها تزن أقل من جزء من ألف جزء من الأرض ، وهى من الضآلة بحيث إنه لا يوجد على أى منها أى غلاف جوى ، فإن سرعة الإفلات من أكبرها لا تبلغ إلا ثلث ميل فى الثانية وهى ، باستثناء فستا ، وهو ألمعها ، لا يمكن أن ترى بالعين المجردة . أما إذا شوهدت بالمنظار الفلكى فإن عدداً قليلا من أكبرها فقط هو الذى يكاد يظهر كقرص .

وتستخدم آلة التصوير الآن فى كشف النجيمات الجديدة ؛ لأن آلة التصوير الفلكية تتبين ما يخفى على العين . فإذا ما وجه اللوح الفوتوغرافى إلى السماء مدة نصف ساعة تقريباً فإن أى نجيم يكون موجوداً فى منطقة السماء

المعرضة للوحة يرسم خطاً لامعاً على اللوحة . أما النجوم التالية فإنها تظهر كمجرد نقط . أما النجيم فإنه يرسم خطاً لأنه كان خلال مدة تعريض اللوح الفوتوغرافى يتحرك على الدوام . فآلة التصوير هى خير أداة لكشف النجيمات الجديدة . ولم يعد أحد يحاول أن يكشف نجيماً جديداً بمشاهدة السماء بالمنظار الفلكى . وقد قدّمت مئات ومئات من النجيمات الصغيرة نفسها إلينا عن طريق آلة التصوير .

وكان السؤال فيما مضى : « لماذا لا يوجد سيار بين المريخ والمشترى ؟ » أما الآن فالفلكيون يسألون : « لماذا توجد كل هذه النجيمات الصغرى فى هذه الثغرة الكبيرة ؟ هل هى أجزاء صغيرة من المادة لم تستطع أن تتجمع فى سيار كبير واحد ؟ أم هى أشلاء سيار انفجر منذ زمن طويل ؟ » .

لا أحد يعلم . وربما لن نعرف الجواب الحقيقى . وإنما نكتفى بأن نستمر فى هدوء فى كشف مزيد من النجيمات .

ومن الأمور الشائقة التى نعرفها عن النجيمات أن بعضها يقترب من الأرض كثيراً . وأن واحداً منها وهو بالغ الصغر – يقترب من الأرض أكثر من أى سيار آخر . وفى مايو سنة ١٩٣٢ اقترب إلى ستة ملايين ونصف مليون ميل فقط . ولكن من الممكن أن يقترب إلى أكثر من ذلك – إلى حدود ثلاثة ملايين من الأميال . وهذا البعد لا يزيد عن بعد القمر إلا اثنى عشر ضعفاً .

وليس ثمة داع لأن يثير ذلك قلق الناس . فخطر اصطدام نجيم بالأرض ضئيل للغاية . ولا حاجة بنا إلى القول بأن اصطدام نجيم يبلغ قطره خمسة أميال بالأرض من شأنه أن يؤدى إلى القضاء على سكان قارة كاملة . ولكن احتمال وقوع مثل هذا التصادم ضئيل للغاية . ويمكن القول إن الأرض فى مأمن من وقوع مثل هذه الكارثة . ويبدو أن الأرض لم تصب بمثل هذه الضربة القاضية فى خلال ألفى المليون السنة الأخيرة .



الفصل العاشر

جاليليو ينظر إلى المشترى

فيما يلى منطقة النجيمات . وعلى بعد يبلغ خمسة أضعاف بعدنا عن الشمس ، ينطلق السيار العملاق المشترى فى مداره حول الشمس ، و يبلغ المشترى من الضخامة بحيث إنه إذا جمعت جميع السيارات الأخرى معاً فإنها لا تصل إلى حجمه ، وهو من الكبر بحيث إنه يتسع لألف كرة أرضية تحشد فيه حشداً

والسيار العملاق يسير فى مداره سيراً وئيداً . وهو يستغرق فى دورانه حول الشمس اثنتى عشرة سنة ، وهو أيضاً يدور حول محوره ، وبرغم ضخامته فهو أسرع السيارات جميعاً دوراناً حول محوره ، وهذا يجعله ينبعج من وسطه ، وهو منبعج إلى درجة تجعله يبدو ككرة مفلطحة .

وإذا شوهد المشترى بمنظار يكبر الأشياء ستين مرة فإنه يبدو كبيراً كالقمر ، وأول ما يلفت نظرك أشرطة تمتد عبر قرص السيار مكوّنة من بقع متراصة بعضها إلى جوار بعض ، وهذه البقع تتغير من أسبوع لآخر ، وإذن ما الذى يدل عليه ذلك ؟ إنه لا يدل إلا على شىء واحد هو أننا لا نرى سطحاً صلباً لسيار صخرى ، بل سحباً متحركة طافية فوق سطحه — مهما كانت طبيعة هذا السطح . وهذه السحب التى نراها هى سحب داكنة من نوع غير مألوف تدور حول السيار فوق طبقة أخرى من سحب أقل دكانة . وقد شاهد الفلكيون ، بين السحب الداكنة ، بقعة حمراء مترامية طولها ٣٠,٠٠٠ ميل وعرضها ٧,٠٠٠ ميل . وظلوا يشاهدون هذه البقعة سنين عديدة. فمن الواضح إذن أن أشرطة البقع التى تمتد عبر قرص السيار ليست كالسحب الموجودة فى جونا .

وبدراسة ضوء الشمس المنعكس من المشترى تبين لنا أن سحبه مزيج سام من غازى النوشادر وغاز المستنقعات (الميثين Methone) وهذه السحب تطفو فى الأيدروجين وغازات أخرى . ويبلغ سمك الطبقة الغازية ١٠,٠٠٠ ميل! ومعنى هذا أن الضغط الجوى بالمشترى شديد للغاية . وإذا أتيح لسفينة فضائية أن تخترق الغلاف الجوى — وهو أمر بعيد الاحتمال — دون أن تسحق من شدة الضغط ، فإن مستكشفينا لن يصلوا إلى معرفة شىء عن سطح المشترى نفسه ، لأن أقدامهم ستطأ نهراً ثلجياً يغطى الكوكب كله . وربما يبلغ سمك الجليد ١٠,٠٠٠ ميل ، والجو بالطبع بارد جداً هناك ، وسيجد أبطال سفينتنا الفضائية أن « الهواء » — حتى فى أعلى السحاب — أبرد من

« الجليد المتجمد » . وجو المشترى من البرودة بحيث إن غاز النوشادر لا بد أن يكون إما سائلا أو صلباً .

وبرغم أن المشترى غير مضياف إلى هذا الحد البعيد فإن الإنسان إذا أتيحت له فرصة النظر من خلال المنظار الفلكى فإنه يوجهه على الأرجح أولا نحو القمر ، ثم نحو المشترى . وأقمار المشترى الأربعة الكبرى قد تكون أمتع مناظر السماء إذا شوهدت من خلال المنظار . ومنذ أن كشف جاليليو هذه الأقمار الأربعة تدور ، « كالفراشات حول اللهب » فإنها تكوّن مشهداً سماويًّا يقبل عليه النظارة إقبالا شديداً .

وقد كشف جاليليو هذه الأقمار فى الأيام الأولى من عصر المنظار الفلكى ، عقب أن اخترعه صانع نظارات هولندى . وكان قد انتشر فى إيطاليا كلها انتشاراً سريعاً أن الأشياء البعيدة يمكن أن ترى قريبة إذا نظرت من خلال أنبوبة فى إحدى نهايتيها عدسة محدودبة وفى النهاية الأخرى عدسة مقعرة . وعندما زار جاليليو مدينة البندقية سمع بهذه الأعجوبة . وفى الحال استقر عزمه على أن يصنع واحداً بنفسه . وما إن عاد إلى مدينة بادوا التى كان يقيم فيها حتى بدأ فى إجراء التجارب على العدسات التى تصنع منها النظارات . ولم يمض اليوم التالى حتى كان قد صنع منظاراً فلكيًّا . واستطاع هذا المنظار البدائى أن يقرب الأشياء إلى ثلث المسافة ! وبذلك استطاع جاليليو أن يرى الأشياء مكبرة تسع مرات ! ولكنه لم يقنع بهذا المنظار . فقد كان يضمر أمراً يحتاج تحقيقه إلى قوة تكبير أكبر . فشرع فى تحسين منظاره . ولم يلبث أن تمكن من صنع منظار يكبر الأشياء ثلاثين مرة !

ولم يكن قد خطر ببال أحد أن يوجه المنظار نحو السماء ، فقد كان يعتبر أصلا أداة تستخدم فى الحرب ، فتوجه نحو الأعداء لرؤية ماذا يفعلون . حقًّا لقد كان بعض الناس يسلون أنفسهم به باستخدامه لرؤية طرف برج

الكنيسة أو السفن وهى فى البحر . ولكن لم يخطر على بالهم قط أن يوجهوه نحو السماء . وكان جاليليو أول من فعل ذلك . وقد وجه منظاره أولا نحو القمر . ويمكنك أن تتصور دهشته عندما رأى جبالا أشد وعورة من جبال الأرض ، وفوهات متناثرة على سطحه ! فقد كان وجه القمر يبدو على الدوام ناعماً ومصقولا !

ولم يعد جاليليو يعرف للنوم طعماً ؛ إذ بينما كان جميع سكان مدينة بادوا — ماعدا حراس الليل — يستسلمون للنوم ، كان جاليليو يثبت عينيه فى منظاره . شاهد القمر أولا ، ثم أدار المنظار إلى النجوم الثابتة ، ثم إلى السيارات . ولم يلبث أن أدرك أنه وفق إلى كشف يفوق فى الأهمية ما عرفه مواطنه [١] الذى عبر الأطلسى ووجد قارة جديدة . فقد كشف عوالم كاملة لا مجرد قارة ، لأن هذه الأضواء المتنقلة التى رآها لم يكن كل منها فى الواقع إلا عالماً قائماً بذاته مثل الأرض !

وفى حمى من نشوة عارمة ، حول جاليليو منظاره نحو حزام المجرة . فبدا فى الحال فى وضوح حشد من النجوم ! وكان إذا ما وجه منظاره إلى أى جزء من أجزاء حزام المجرة ، رأى حشداً من النجوم ماثلا أمامه . وكان بعضها كبيراً وشديد اللمعان ولكن عدد النجوم الصغيرة كان من الكثرة بحيث إنه وجد من المستحيل أن يحصر عددها .

وفى ليلة من الليالى ، بعد ستة أشهر أو سبعة منذ أن بدأ جاليليو مشاهداته كان يمسح السماء بمنظاره ، وإذا به يعثر مصادفة على المشترى . فتوقف برهة ليشاهده ، ولاحظ وهو ينعم النظر وجود ثلاثة نجوم لامعة بجوار المشترى . وحيره أنه وجدها تقع على خط مستقيم . وكان نجمان منها فى الجانب الشرقى

---

(١) يقصد كولومبس الذى كشف أمريكا ، أو على الأصح جزائر الهند الغربية .
(المترجم)

من المشترى ، والثالث فى الجانب الغربى .

وفى الليلة الثالثة وجه منظاره نحو المشترى مرة أخرى ولدهشته وجد أن النجوم الثلاثة صارت كلها فى الجانب الغربى للسيار . وعندما نظر إلى المشترى مرة أخرى بعد ليلتين ، ولم ير غير نجمين اثنين كان يقع كلاهما على الجانب الشرقى من المشترى ، عرف حل اللغز الذى كان يحيره . فإن هذه النجوم لم تكن نجوماً وإنما كانت أقماراً للمشترى ، وأن عددها فى الواقع كان أربعة أقمار !

ولم يثره شىء فى السماء كما أثاره هذا الكشف ؛ لأن أقمار المشترى هذه أمدته ببرهان نظرية لم يكن يعتقد بصحتها إلا عدد قليل من العلماء ، برغم أن الفلكى كوبرنيق كان قد عرضها قبل ذلك بمدة طويلة . وكان جميع الناس تقريباً يعتقدون أن كل شىء يدور حول الأرض . أما كوبرنيق فكان يرى أن جميع السيارات هى التى تدور حول الشمس . وها هو ذا جاليليو يرى أربعة أقمار تدور حول المشترى . فربما كان ذلك نموذجا للشمس وأسرتها — أى نظاماً شمسيًّا مصغراً .



منظار فلكى على حامل

وكان جاليليو بحاجة إلى مزيد من الأدلة . فهل يمكن للزهرة أن تمده بها ؟ وكان كوبرنيق قد قال إن الزهرة وهى تدور حول الشمس لا بد أن يكون لها أوجه مثل أوجه القمر . وتنبأ أنها أحياناً تبدو كقرص كامل ، وأحياناً كهلال ، وأحياناً أخرى كربع قمر ، ثم أخيراً تختفى عن الأنظار .

ووجه جاليليو منظاره نحو الزهرة وقد شمله انفعال شديد . وكما تنبأ كوبرنيق بالضبط رأى الزهرة على شكل هلال .

وقد دل ذلك على أن الزهرة لا تضىء من تلقاء نفسها وأنها إنما تعكس ضوء الشمس . ولا يظهر لنا منها إلا الجزء الذى تضيئه الشمس . ولما كان عطارد يقع بين الأرض والشمس أيضاً فلا بد أن يكون له أوجه هو الآخر . وكان ذلك لا يعنى لجاليليو إلا أنه لم يعد يوجد أى شك فى أن جميع السيارات تدور حول الشمس . وكان بعض اليونان القدماء يرون ذلك ، ثم تبعهم بعد مدة طويلة كوبرنيق ، ثم الفلكى الألمانى كبلر . ولم تؤيد المشاهدات الحسية هذه النظرية من قبل قط . ولكن ها هى ذى المشاهدات الحسية تؤيد النظرية . فما عليك إلا أن توجه منظارك الفلكى إلى الزهرة ، أو إلى أقمار المشترى .

وكل هذا لا يعتبر برهاناً أكيداً . كما أن المناظير الفلكية لم تكن جيدة الصنع ، فكانت المرئيات لا تظهر بوضوح كاف . وفى تلك الأيام كان كثير من الناس يتمسكون بعناد بأن الأرض هى مركز الكون ، وأن الشمس والنجوم قد خلقت كلها لأجل الإنسان . وكانت الكنيسة المسيحية تعتقد بصحة ذلك اعتقاداً جازماً . ولذلك فإن جاليليو استدعى لتفسير موقفه . وهدد بالتعذيب إن لم يسحب قوله بأن الأرض تدور . وهكذا اضطر جاليليو لنفى تعاليمه السابقة ، وتعهد بأنه لن يضمن دروسه فكرة كوبرنيق . ولكن بمرور الأيام ازداد عدد الناس الذين اقتنعوا بأن الأرض لم تكن إلا واحدة من أسرة السيارات التى تدور حول الشمس .

لا يمكن أن ينظر إنسان إلى المشترى وأقماره إلا ويرى فيها نموذجاً للشمس وأسرتها . وهذا النموذج ، فى الواقع ، خير بكثير مما كان جاليليو يظن . إذ أن المشترى يتبعه – بجانب الأقمار الأربعة الكبيرة – ثمانية أخرى صغيرة . ولم يتمكن جاليليو من رؤيتها لأنها صغيرة جداً حقاً . وحتى نحن لم نر منها رؤية مباشرة إلا عشرة أقمار . وأما القمران الباقيان فلم تكشف عنهما إلا الصور الفوتوغرافية المأخوذة بالمناظير الفلكية الضخمة . وبذلك يكون للمشترى اثنا عشر قمراً .



الفصل الحادى عشر

السيار ذو الحلقات

ربما كان المشترى وأقماره أمتع مناظر السماء ، ولكن زحل هو بلا شك أجملها . فهو فريد فى نوعه ، ولا يستطيع سيار آخر أن يفاخره بوجود حلقات تحيط به مثله .

وزحل خفيف الوزن جداً بحيث إنه يطفو على الماء ، لأن كثافته أقل

من كثافة الماء . وسبب ذلك هو طبقة السحب التى نعتبرها جزءاً منه . ويبلغ سمك هذه الطبقة ١٦,٠٠٠ ميل على الأقل . ثم تليها طبقة من الثلوج ، يبلغ سمكها آلاف الأميال ، ترتكز على نواة صخرية .

وجو زحل ، كجو المشترى ، جو سام مكون من غاز النوشادر وغاز المستنقعات .

وزحل هو أشد السيارات تفلطحاً ، فهو أشد انبعاجاً من وسطه حتى من المشترى نفسه . ويتبعه هو الآخر عدد كبير من الأقمار – وبالتحديد تسعة أقمار . ولكن لا شدة انبعاجه ، ولا أقماره ، هى التى تلفت نظر من يشاهده من خلال المنظار الفلكى . أما ما يلفت النظر فهو حلقاته المشهورة . وهى مدهشة حقاً . فهى تمتد إلى مسافات شاسعة فى الفضاء . إذ يبلغ امتدادها أكثر من ١٠٠,٠٠٠ ميل ! وتبدو كقرص ضخم يتوسطه ثقب كبير ، وضع فيه السيار ، دون أن يملأه تماماً . ومن خلال منظار يبلغ قطرعدسته أربع بوصات ، يرى بسهولة أنه فى الواقع توجد حلقتان مسطحتان بينهما فراغ . ويبدو الفراغ الذى بينهما كشريط معتم . أما خلال منظار فلكى كبير حقاً ، فإنك تستطيع أن ترى أن كلا من الحلقتين تقسمها أشرطة خافتة . وأنه توجد حلقة خافتة غير محددة المعالم تقع بين الحافة الداخلية وزحل نفسه .

ويخيل إليك عند رؤيتك لهذه الحلقات أنها جسم تام التماسك . ولكننا نعلم أنها لا يمكن أن تكون كذلك ، إذ عندما يكون خلفه مباشرة نجم لامع، فإننا نستطيع أن نراه خلال الحلقات – بالطبع لا يكون مضيئاً بنفس اللمعان، ولكننا نراه على أية حال . وبالإضافة إلى ذلك وجد أن الأجزاء الخارجية لا تسرع فى دورانها كالأجزاء الداخلية . وفى الواقع فإن كل قطعة من الحلقات تتحرك كأنها قمر تابع لزحل ويبعد عنه نفس هذا البعد .

وتبين أخيراً أن كل قطعة من الحلقات هى فى الواقع قمر صغير ؛

فالحلقات إذن تتكون من ملايين الأقمار الغريبة التى يقل حجم كل منها بصفة عامة عن «البلية» الصغيرة . وكل منها يتحرك فى مداره كما لو كانت الأخرى غير موجودة . . وهذه الأقمار الصغيرة يبعد بعضها عن بعض فى المتوسط عدة أمتار . وهى من الوفرة بحيث إننا نراها من على بعد ألف مليون ميل تقريباً تبدو كأنها حلقات مصمتة .

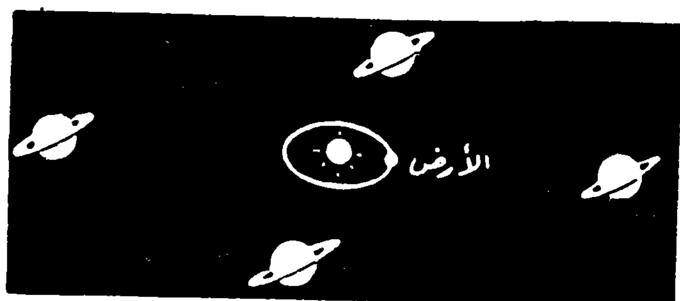
من أين أتت هذه الأقمار الصغيرة ؟ وكيف حصل زحل على حلقاته ؟

قد تكون هذه الأقمار الصغيرة قطعاً صغيرة من المادة لم تتهيأ لها الظروف لتتجمع فى سيار واحد . ولكن من المحتمل أيضاً أن تكون كل ما بقى من تابع لزحل اقترب منه أكثر مما ينبغى ودفع حياته ثمناً لهذه الجرأة .

وليس ذلك مجرد تخمين خيالى ؛ فقد ثبت بالبرهان الرياضى أن التابع إذا دخل فى نطاق معين حول السيار فإنه يتمزق شر تمزق . لأن قوة جذب السيار الهائلة تحدث مدوداً بالغة الارتفاع بحيث إن القمر لا يلبث أن يتمزق إلى أشلاء صغيرة . وإذن فربما كانت الحلقات قمراً تابعاً لزحل دخل منطقة الخطر . فإذا كان ذلك صحيحاً فإنه يكون قد نال جزاءه . ثم أخذت القطع الكبيرة تصطدم بعضها ببعض وتتفتت إلى قطع أصغر فأصغر . واتباعاً لقواعد المرور بالسماء ، سلكت كل قطعة جزء الطريق المخصص لها ، فتلك التى كانت تتحرك بسرعة ، أخذت سبيلها فى الأجزاء الداخلية من الطريق ، وتلك التى كانت تتحرك ببطء انتقلت إلى الأجزاء الخارجية . وهذا هو منشأ هذه الحلقات .

ولما كان زحل بعيداً هذا البعد الشاسع عن الشمس ، فإنه يتحرك ببطء كبير — فسرعته تعادل ثلث سرعة الأرض فقط . ويتم دورته حول الشمس فيما يقرب من ثلاثين سنة . وخلال هذه «السنة» الطويلة نرى الحلقات من زوايا مختلفة ، لأن السيار يسير فى مداره وهو مائل على جانبه . ولذلك فإننا

نرى أولا الجزء الشمالى من الحلقات ، وبعد أكثر بقليل من سبع سنوات نراها من حافتها ، وبعد سبع سنوات أخرى يكون الجزء الجنوبى فى مواجهة الأرض ثم بعد سبع سنوات تالية نراها من حافتها مرة أخرى . ثم تتكرر الدورة التى بدأت قبل ذلك بثلاثين سنة تقريباً .



لما كان زحل يسير فى مداره مائلا فإن حلقاته تواجه الأرض
بأوضاع مختلفة كل سبع سنوات تقريباً

٣٥٠٠

٣٠٠٠

الفصل الثانى عشر

ثلاثة استكشافات

فى أعماق الفضاء ، وفيما يلى زحل بألف مليون ميل تقريباً ، نلتقى بالسيار أورانوس ، وبعده بأكثر من ألف مليون ميل أخرى نجد توأمه نبتيون . وعند هذه الأعماق السحيقة من الفضاء ، حيث ينطلق هذان السياران فى مداريهما ، لا تصبح حرارة الشمس إلا مجرد دفء . وهى من الضعف بحيث إن درجة الحرارة تقل دائماً عن ١٨٠° مئوية تحت الصفر . وتبلغ البرودة على السيارين بحيث إن غاز النوشادر الموجود بجويهما قد تجمد ولم يبق إلا غاز المستنقعات العنيد . وسطحا أورانوس ونبتيون — كما لا بد تتوقع — تغطيهما طبقة سميكة من الجليد أسفل سحب غاز المستنقعات .

وليس بهذين التوأمين شىء يذكر عن عناصر التشويق . حقاً إنهما أكبر من الأرض كثيراً . ولكن ليس بهما ما يلفت النظر برغم أن أورانوس يفخر بامتلاكه لخمسة أقمار ، ونبتيون لقمرين . وأورانوس من ضآلة اللمعان بحيث لا تستطيع أن تراه بعينك المجردة إلا إذا كنت حديد البصر . أما نبتيون فإنه لا يرى إلا بالاستعانة بالمنظار الفلكى . ولكن من جهة أخرى ، إنه من المثير حقًّا أن نجد أن قوة جذب الشمس لا تزال من القوة — حتى عند تلك الأبعاد

١٥٠٠

١٠٠ ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ ٨٠٠ ١٠٠٠

المسافات مقيسة بملايين الأميال

الشاسعة – بحيث تستطيع أن تسيطر على أورانوس ونبتيون ولا تدعهما يفلتان من قبضتها . وسيظلان إلى الأبد يدوران حول الشمس التى لا ينتفعان منها بشىء يذكر . ويستغرق أورانوس فى إتمام دورته أربعاً وثمانين سنة ، على حين يستغرق نبتيون ضعف هذه المدة تقريباً .

ولم يكشف الفلكيون هذين السيارين ويضموهما إلى أسرة الشمس إلا حديثاً . ولا يدعو ذلك إلى العجب نظراً لشدة خفوتهما . وكان كشف أورانوس وليد المصادفة . وقد كشفه فى سنة ١٧٨١ الفلكى الهاوى « ويليام هرشل » . وكان قد صنع بنفسه منظاراً فلكياً أماط له اللثام عن عجائب الكون واحدة بعد أخرى . ففى إحدى الليالى لفت نظر « هرشل » كوكب يختلف عن النجوم الثابتة . وكان هرشل موسيقياً ، لا فلكياً متمرناً ، ولكنه أدرك فى الحال أن هذا الكوكب الذى رآه لا يمكن أن يكون نجماً ثابتاً ؛ لأنه كان يبدو كقرص لا مجرد نقطة ضوئية . ولكنه كان من البعد بحيث لم يخطر على باله قط أنه قد يكون سياراً . وظن أنه ربما يكون مذنباً . وجاراه الفلكيون فى ظنه بعض الوقت ، عندما لفت نظرهم إليه . واعتقدوا أنه مذنب بلا ذنب . ولكنهم عندما تتبعوا المسار الذى يسير فيه ، قر رأيهم أخيراً على أنه سيار ، وأنه كان يقع على بعد شاسع .

وفى خلال دراسة الفلكيين لأورانوس ، انتبهوا إلى وجود نبتيون ، فإن أورانوس لم يكن يسير بالضبط فى المدار الذى كان ينبغى أن يلزمه . بل كان

ينحرف عنه قليلا . لماذا ؟ هل كان يوجد سيار آخر فى الفضاء ؟ هل كان ذلك السيار يجذب أورانوس بحيث يجعله ينحرف عن خط السير الذى كان يجب ، بموجب قانون نيوتن ، ألاّ يحيد عنه ؟

وفى أربعينات القرن التاسع عشر (أى سنة ١٨٤٠ وما يليها) أثارت هذه الأسئلة اهتمام طالب فى كمبردج يدعى آدامز . وقال لنفسه : « بمجرد أن أحصل على إجازتى العلمية سأتفرغ لدراسة هذه المسألة » . وفعلا بعد تخرجه عالج مسألة أورانوس معالجة رياضية . وبعد سنتين من العمل الشاق المتواصل تمكن من تحديد ذلك الموقع من السماء الذى يجب أن يشغله سيار حتى يستطيع أن يجعل أورانوس يحيد عن مساره بهذه الكيفية .

وبدأ فلكى من جامعة كمبردج فى رصد ذلك الموقع . وظل يبحث عن السيار شهوراً عديدة . ورصد موقع أكثر من ٣٠٠٠ نجم فى المنطقة التى حددها آدامز ، لعل واحداً منها يكشف عن نفسه « بتجواله » بين النجوم أنه سيار . وكان على وشك أن يضع خريطة لهذه النجوم عندما جاءت الأنباء بأن فلكيًّا ألمانيًّا من برلين قد عثر على السيار .

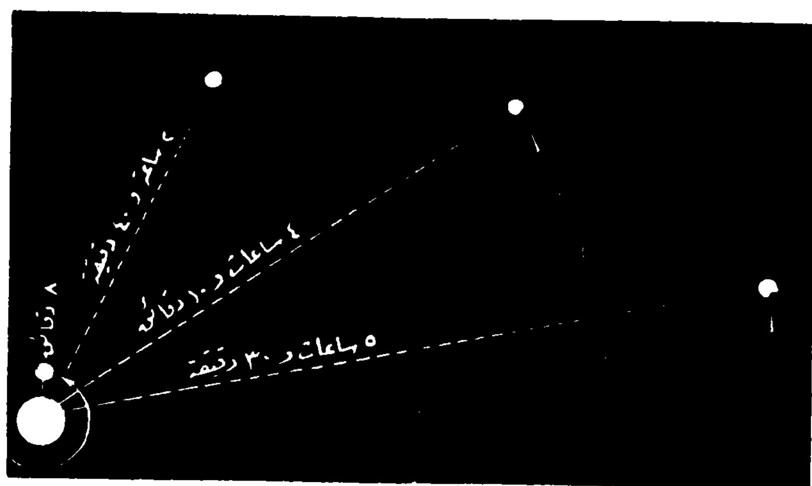
وكان شاب فرنسى يدعى لفرييه قد راودته نفس الفكرة التى راودت آدامز . ووصل إلى نفس النتيجة . وكان أيضاً على اتصال بفلكى ألمانى . ولكن الفلكى الألمانى كان له ميزة لم تكن لزميله الإنجليزى . فقد كان لديه خريطة لنجوم المنطقة نفسها التى طلب منه لفرييه أن يفحصها . فكان كل ما على الفلكى الألمانى أن يفعله هو أن ينظر خلال المنظار الفلكى ويرى ما إذا كان يوجد فى تلك المنطقة نجم لم يكن مسجلا بالخريطة . وإذا به يجد السيار فعلا ؛ وأطلق عليه اسم نبتيون . ولم يستغرق الفلكى الألمانى فى العثور عليه غير ليلة واحدة .

وقد فسر كشف نبتيون لماذا كان أورانوس يحيد عن مداره الذى يحدده

قانون نيوتن . ولكن تبين أن وجود نبتيون لم يكن وحده كافياً لتعليل انحراف أورانوس عن خط سيره تعليلا شاملا ، فهل كان لا يزال يوجد سيار آخر فى أسرة الشمس ؟

بعد ذلك بسنوات عدة بدأ الفلكى برسيفال لويل ، وهو نفس لويل الذى أقام بأريزونا المرصد المسمى باسمه ، فى بحث هذه المسألة . ولم تكن البيانات التى كان عليه أن يجعلها أساساً لإجراء عملياته الرياضية دقيقة كالبيانات التى استخدمت فى الكشف عن نبتيون . ومع ذلك فقد مضى قدماً فى عمله وحدّد جزء السماء الذى توقع أن يوجد به السيار . وزاد على ذلك أن عين مداره ، بل وقدّر ما ينبغى أن يكون عليه وزنه .

وبعد وفاة لويل بأربع عشرة سنة ، كشف أحد فلكيي مرصد لويل ، السيار بلوتو . وقد كشفه بأخذ صورتين : الواحدة بعد الأخرى بعدة أيام ، لكل جزء من أجزاء السماء مما يحتمل أن يوجد به السيار . وبمقارنة الصورتين

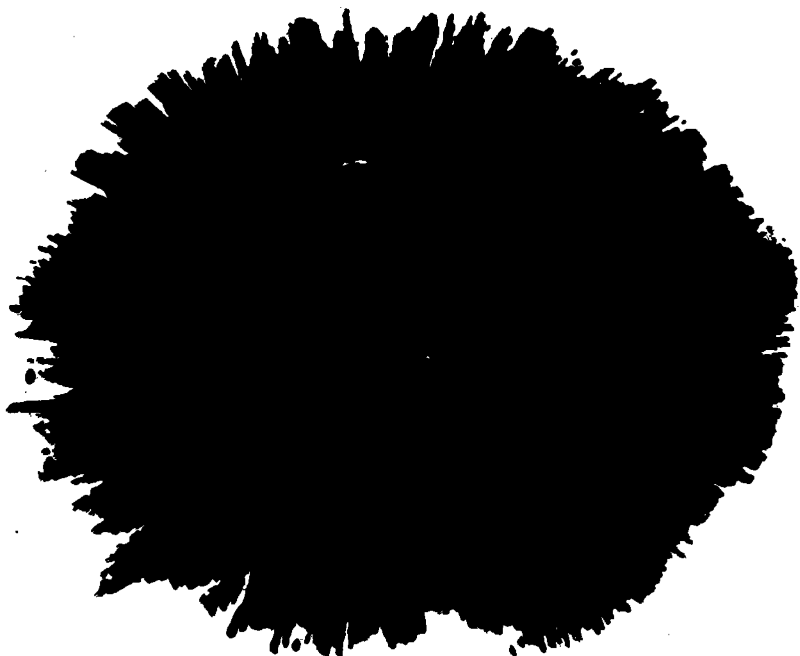


إن بلوتو من البعد بحيث تستغرق أشعة الشمس فى الوصول إليه ٥ خمس ساعات ونصف ساعة

الخاصتين بكل جزء من أجزاء السماء بعضهما ببعض ، يمكن الكشف عما إذا كان قد حدث أى تغير فى مكان أى نجم من النجوم خلال هذه المدة . وفى أحد الأيام ، كشف الفلكى تغيراً فى موقع أحد النجوم ! فقد تحركت نقطة ضوئية حركة لا يتحركها إلا كوكب « جوّال » . وإذن فقد كانت هذه النقطة الضوئية سياراً آخر ! وأطلق عليه اسم بلوتو .

ثم تبين أن حجم بلوتو لم يكن إلا تسع الحجم الذى قدّره لويل . وأنه من الصغر بحيث إن تأثيره فى أورانوس لا يمكن ملاحظته بأى حال . ولو أن لويل بدأ عملياته الرياضية باستخدام وزن بلوتو الحقيقى – الذى يعادل وزن الأرض – وموقعه فى السماء ، لما تمكن قط من حساب مدى ما يسببه من انحراف فى خط سير أورانوس . ولذلك فإن كشف بلوتو فى نفس المكان الذى تنبأ به لويل لا يمكن أن يعتبر إلا محض مصادفة مصحوبة بحسن حظ عجيب . لأن السماء بها عشرون مليون نجم تعادل بلوتو فى لمعانه . وهذا معناه أن بلوتو كان مختفياً بين النجوم اختفاء إبرة فى كومة من القش . ولو لم يوجه لويل – بطريق المصادفة نتيجة لحساباته الخاطئة – نظر الفلكيين إلى ذلك الجزء من السماء الذى كان بلوتو يوجد فيه فعلا ، لكان من المرجح جدًّا أن السيار التاسع فى المجموعة « الشمسية » قد ظل حتى الآن دون أن يعرف .

وبلوتو الصغير هو عالم شديد البرودة ؛ إذ تبلغ درجة الحرارة على سطحه ٢٤٠° مئوية تحت الصفر . ودرجة لمعان الشمس عنده لا تبلغ إلا $\frac{١}{١٥٠٠}$ من درجة لمعانه عندنا ، لأن بعده عن الشمس يعادل بعدنا عنها تسعة وثلاثين ضعفاً . وهذا البعد الشاسع يجعل مداره طويلا جدًّا بحيث إنه يستغرق ٢٢٤ سنة من سنواتنا فى قطعه . وربما توجد بعد بلوتو فى أعماق الفضاء سيارات أخرى أشد برودة ، وأقل ملاءمة للحياة . فإذا كانت مثل هذه السيارات فى حيز الوجود ، فلا بد أن تكون ضعيفة الضوء جدًّا وعلى أبعاد شاسعة . ولا يمكن أن نتوقع أن نكتشفها إلا بمحض المصادفة السعيدة .



الفصل الثالث عشر

المذنبات والنيازك

فى الأزمان القديمة ، عندما كان شىء غير عادى يحدث فى السماء ، كان الناس يعتقدون أن لذلك معنى خاصًّا بالنسبة لهم . فإذا ما ظهر نجم لامع ، اعتبروا أنه بشير بوقوع أمور سارة . أما إذا كسفت الشمس أو خسف القمر ، فقد يكون بشيراً بوقوع أمور سارة ، أو نذيراً بوقوع حوادث ذات عواقب سيئة . فكان عليهم أن يتنبأوا بما سيقع فى ضوء ظروفهم السائدة . أما ظهور مذنب فى لوحة السماء فكان نذير سوء على الدوام . فكانوا يتوقعون موتاً ، أو وباء ، أو دماراً .

والمذنبات ، فى الواقع ، ليست حوادث استثنائية . والتى تستلفت الأنظار منها نادرة . وبرغم أنك لا تستطيع أن تراها بالعين المجردة فهى تعد بالآلاف . وهى ترى خلال المنظار الفلكى كقطع سحابية صغيرة لامعة ينقصها الذنب الذى كان السبب فى تسميتها بالنجوم ذات الأذناب ، أو اختصاراً بالمذنبات .

وبعض هذه المذنبات تنتمى إلى مجموعتنا الشمسية ولا تغادرها أبداً . وبعضها الأخرى تشرفنا بزيارتها من أعماق الفضاء . وبعض المذنبات يعود مرة بعد مرة على فترات منتظمة . وأصبحنا نعرف موعد عودتها تماماً . فمثلا جاء مذنب « هالى » فى سنة ١٩١٠ . وبلا شك سيعود مرة أخرى فى سنة ١٩٨٦ . وبمراجعة السجلات التاريخية ، نستطيع أن نتتبع ظهوره فى الماضى ، باستثناء مرات قليلة ، إلى سنة ١٧٠ قبل الميلاد . وتبين هذه السجلات أنه يعود كل ٧٦ سنة . وبعض المذنبات الأخرى يتكرر مجيئها فى فترات أقل فتكون مرات عودتها أكثر من مرات عودة مذنب « هالى » ، على حين تطول مدة عودة بعضها الآخر بحيث لا نعرف أهى قد أتت إلينا أكثر من مرة واحدة .

ولكن سواء أكانت تتردد علينا بزيارتها كثيراً أم لا تزورنا إلا نادراً ، فهى جميعاً تدور حول الشمس . ومداراتها بصفة عامة بيضاوية الشكل شديدة التفلطح . ولا تقع الشمس فى المركز . بل قريباً جداً من أحد طرفى المدار بحيث إن المذنب عند وصوله إلى هذا الطرف يكون أقرب إلى الشمس حتى من عطارد ، ثم يأخذ فى الابتعاد حتى إذا ما وصل إلى الطرف الآخر ، يصبح ، بسبب بعده الشديد ، من الضآلة بحيث لا يمكن أن يرى .

فما هى هذه الأجرام السماوية التى ظلت منذ أقدم العصور إلى عهد قريب تثير الرعب فى قلوب الناس ، وتجعلهم يعتقدون باقتراب يوم القيامة ؟

إن المذنب مزيج عجيب من مواد شتى . فرأس المذنب حشد من كتل

صخرية يصل قطر كل منها إلى ميل ، ومعادن وجليد وغازات متجمدة . وذنبه مزيج من الغازات والأتربة التى يبدو أن أشعة الشمس تدفعها بعيداً عن الرأس . وعندما يكون المذنب بعيداً فى أعماق الفضاء ، فإنه يكون بلا ذنب ولا يظهر الذنب إلا عندما يقترب المذنب من الشمس وتبدأ أشعتها فى التأثير عليه . ويأخذ الذنب فى الظهور ، ثم ينتشر كالدخان خلف الرأس ، ويزداد طولا كلما اقترب المذنب من الشمس . وعندما يدور المذنب حول الطرف القريب من الشمس ويأخذ فى الابتعاد فإن الذنب يصبح أمام الرأس إذ أن الذنب على الدوام يتجه بعيداً عن الشمس .

هل المذنب كبير الحجم ؟

نعم . ولا . حقاً إن المذنب يشغل حيزاً كبيراً من الفراغ . فإن الذنب يمتد أحياناً إلى ٥٠ مليوناً ، أو ١٠٠ مليون ميل . ولكن وزن الذنب ، بالنسبة إلى حجمه ، ضئيل للغاية . وقد يعادل وزن الأرض وزن جميع المادة التى يتكون منها مذنب كبير مليون مرة . ومع ذلك فإننا نعرف أن المذنب قد يصل وزنه إلى آلاف الملايين من الأطنان .

والسبب فى ضآلة وزن المذنب أن المواد التى يتكون منها يبعد بعضها عن بعض كثيراً ؛ فالمادة الموجودة فى كل ميل مكعب من ذنبه تقل عن المادة التى توجد فى البوصة المكعبة من الهواء الذى يملأ غرفتنا . والرأس أيضاً ليس شديد التماسك . فهو يتكون من قطع صخرية كبيرة قد تزن كل واحدة منها عدة أطنان ، وقطع صغيرة بحجم الحصا « البلى » وهباءات من التراب . ومن المرجح أنه لا يوجد فى كل ميل مكعب من الرأس أكثر من بضع كتل صخرية كبيرة .

وإذا ما شاهدت حجراً نيزكياً معروضاً فى أحد المتاحف فإنك فى الغالب



قد ينتشر ذنب المذنب إلى ملايين الأميال

ستشاهد جزءاً من رأس مذنب . فإن الأحجار النيزكية – أو على الأقل عدداً كبيراً منها – هى شظايا تخلفت عن مذنب متفتت . ونحن نعلم أن كثيراً من المذنبات التى اعتادت أن تزودنا قد تفتتت ، وتبخر الجليد الذى كان بها بفعل حرارة الشمس . وأما الصخور والمعادن التى كان الرأس يتكون منها فقد انتشرت على طول المدار الذى كان يسلكه . وظلت تتحرك فى هذا المدار فى حشود كبيرة . وهى لا تزال مستمرة فى دورانها .

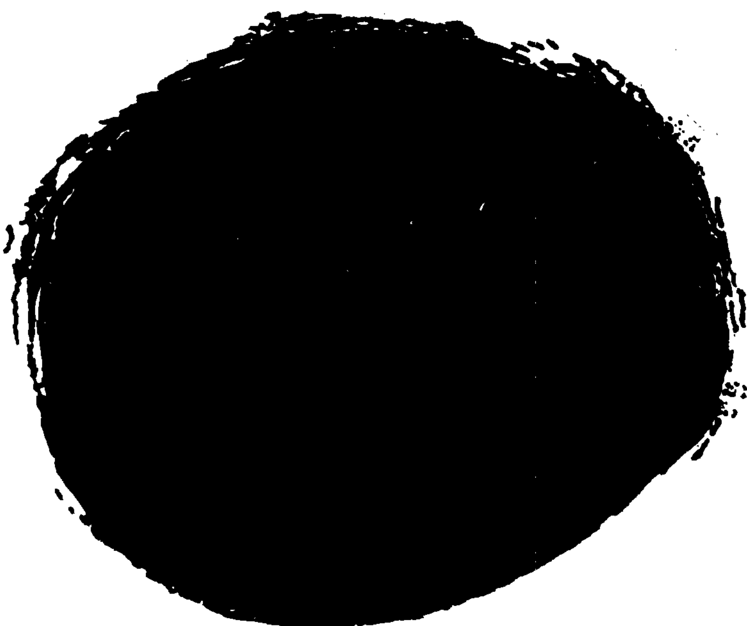
وقد ترى فى إحدى ليالى شهر أغسطس الصافية نحو عشرين أو ثلاثين نيزكاً أو شهاباً . والخطوط الضوئية التى تراها فى السماء تنتج عن احتراق كتلة الحجر وهى تخترق جو الأرض بسرعة تزيد على ٣،٠٠٠ ميل فى الساعة . ومنظر الشهب رائع ومثير . وهو يذكرك بالألعاب النارية والنيازك (الصواريخ) . والسبب فى أننا نراها بكثرة فى أغسطس هو أن الأرض فى هذا الوقت من السنة تخترق مدار مذنب تفتت وظلت أشلاؤه تسير فيه . ونسمى مثل هذا المدار درب النيازك .

وليس شهر أغسطس فقط هو الذى ترى فيه النيازك . فقد ترى واحداً أو اثنين فى كل ليلة تقريباً . ففى كل يوم يدخل جونا آلاف الملايين من النيازك . وتكاد تكون كلها تقريباً فى حجم حبة الحمص . ونحن لا نرى إلا عدداً قليلا منها لأن الغالبية العظمى منها صغيرة جداً ولا تترك إلا خطاً ضئيلا من الضوء عندما تسخن وتحترق .

وقلما يصل نيزك إلى حدود أربعين ميلا من الأرض . وأندر من ذلك أن يستطيع نيزك أن يستمر فى اندفاعه حتى يصل إلى سطح الأرض . فإذا ما فعل فإن ما يبقى منه يسمى حجراً نيزكيا . والأحجار النيزكية – بصفة عامة – صغيرة جداً . ولكن وجدت بعض أحجار نيزكية تزن عدة أطنان .

وقد يحدث بين حين طويل وآخر أن يصطدم بجو الأرض نيزك كبير

بحيث يرى فى وضح النهار من شدة توهجه . ومثل هذا الصخر « الوافد من الفضاء » يخترق وهو مشتعل سماء بلاد عديدة . وغالباً ما ينفجر فى الجو ويتساقط ما يبقى من أشلائه من أحجار أو معادن نيزكية على الأرض متناثرة على مساحات واسعة تقدر بمئات الأفدنة . ولم يصطدم بالأرض خلال مائة ألف السنة الماضية إلا نيازك قليلة . وقد أحدث أحدها الفوهة النيزكية الكبرى بولاية أريزونا بالولايات المتحدة . وأحدث نيزك آخر حفرة هائلة عرضها ميلان بشمال كندا . بيد أن مثل هذه الاصطدامات نادرة للغاية .



الفصل الرابع عشر

النجوم عديدة وبعيدة

نحن فى الصيف ، وأشعة الشمس تصلينا بأشعتها الحامية . وقد بلغت الحرارة ما يقرب من ٤٠° فى الظل . ونحن نحِنّ إلى شاطئ البحر ، ونتمنى لو أن السماء أمطرت . ونستحث النهار أن ينتهى سريعاً وها هو ذا الليل قد أقبل ، ومع ذلك فإن الجو لا يزال حارًّا لا يطاق . وليس أمامنا إلا أن نهرب من المنازل الخانقة ونهرع إلى الهواء الطلق . وها نحن أولاء نرقد فى استرخاء على الأعشاب ونتطلع إلى السماء — وإذا بالنجوم ترنو إلينا فى غير اكتراث .

ونتساءل : « هل من الممكن حقًّا أن تكون هذه النقط الضوئية الصغيرة شموساً مثل شمسنا ؟ وهل تعادلها حقًّا فى ضخامتها وشدة حرارتها ؟ »

من العسير أن يصدق المرء ذلك . إذ يبدو من المستحيل أن تكون الشمس نجمًا ، وأن تكون النجوم شموساً . ومع ذلك فإن هذا هو الواقع . والفرق الوحيد بين الشمس والنجوم هو اختلاف الأبعاد . وإذا ما بعدت الشمس حتى صارت على بعد أقرب نجم إلينا فإنها تصبح مجرد نقطة ضوئية فى السماء . ولو أن أقرب نجم إلينا حل محل الشمس فإن أشعته سوف تضىء الأرض وتمدها بالحرارة بالضبط ، كما تفعل أشعة الشمس الآن . وكنا نواصل أعمالنا وحياتنا كالمعتاد .

واختلاف الأبعاد هو كل شىء ؛ فالمسافات هى سبب الاختلاف بين ضوء الشمس الساطع وضوء النجم الخافت . ولكن من العسير تكوين فكرة صحيحة عن مثل هذه المسافات الشاسعة . وعندما نقول إن أقرب نجم إلينا يبعد عنا بمقدار خمسة وعشرين مليون مليون ميل ، فلن يكون لهذا القول فى نفوسنا أثر يذكر .

وهذا ينطبق أيضاً على كل عدد بالغ الكبر — كعدد دقات الساعة فى ألف سنة . ومع ذلك فإن عدد هذه الدقات لا يزال أقل من عدد الأميال التى تفصلنا عن النجوم . ولو أن كل دقة تمثل ميلا فإن الساعة يجب أن تدق مليون سنة حتى يساوى عدد دقاتها عدد الأميال التى تفصلنا عن بعض النجوم اللامعة

وإذن فعندما نتكلم عن النجوم علينا ألا نستخدم الأميال فى قياس المسافات . فمثلها ، فى عدم جدواها ، مثل قياس محيط الأرض بالسنتيمترات . وبدلا من الأميال ، يمكننا أن نتخذ سرعة الضوء كوحدة لقياس المسافات . . فعندما نتكلم عن بعد نجم ، فإننا لا نقول : « كم يبعد هذا النجم عنا

بالأميال ؟ » بل نقول : « كم يستغرق الضوء فى قطع المسافة التى تفصلنا عنه ؟ »
ولعلك تذكر أننا ذكرنا فى بداية هذا الكتاب أن سرعة الضوء هى أكبر سرعة فى الكون ، إذ تبلغ ١٨٦,٠٠٠ ميل فى الثانية الواحدة . وقلنا إن الضوء يستغرق أكثر من أربع سنوات فى الوصول إلينا من أقرب نجم . فإذا استخدمنا سرعة الضوء كوحدة لقياس المسافات فإننا نقول إن أقرب نجم يبعد عنا بما يزيد على أربع سنوات ضوئية . فالضوء الذى نراه يرنو إلينا الآن بدأ رحلته منذ أكثر من أربع سنوات ووصل توًّا إلى أعيننا .

وقد تعطى العبارة « أربع سنوات ضوئية » فكرة عن تلك المسافة الشاسعة أوضح مما تعطيه العبارة « ٢٥ مليون مليون ميل » ، ولكن ربما يكون التمثيل بنموذج مصغر أفضل منهما معًا فى الدلالة على ما تعنيه هذه المسافة الهائلة . فلنفرض أننا مثلنا الشمس بليمونة هندية (grapefuit) ؛ فبنفس المقياس تمثل الأرض خرزة صغيرة قطرها ملليمتر ونصف ملليمتر تدور حول الليمونة الهندية على بعد ١٥ مترًا . ولنفرض أننا مثلنا أقرب نجم إلينا بليمونة هندية أخرى . فعلى أى بعد من الليمونة الأولى نضعها ؟ على بعد ميل واحد ؟ أم على بعد عشرة أميال ؟

فكر مرة أخرى . إن تلك الليمونة ينبغى أن توضع على بعد ٢٦٠٠ ميل من الليمونة الأولى ! وإذا كانت الليمونة التى تمثل الشمس موضوعة بالقاهرة فينبغى أن توضع الليمونة الأخرى فى مراكش !

فهذا هو بعدنا عن أقرب النجوم إلينا . وهذا هو معنى أربع سنوات ضوئية . والعجب ليس أن النجوم تبدو صغيرة للغاية ، بل العجب أننا نراها على الإطلاق . والعجب أننا نرى عددًا لا يحصى منها .

ويبلغ عدد النجوم التى يمكن أن ترى بالعين المجردة فى السماء كلها نحو خمسة آلاف نجم . ولكنها لا ترى كلها فى آن واحد لأن نصفها يكون تحت

الأفق ، والنجوم الخافتة تزيدها كثافة الهواء خفوتاً عندما تكون قريبة من الأفق . وعندما تكون نجوم الدب الأكبر عالية فى السماء فى ليلة صافية ، فلن يستطيع كل إنسان أن يرى بضعة نجوم داخل وعاء الدب الأكبر . ولما كان لايوجد أكثر من ٦٠٠ نجم بمثل هذا اللمعان أو أشد لمعاناً بالسماء فى وقت واحد ، فإننا لا نرى نجوماً كثيرة فى أية كوكبة من الكوكبات . وأكبر عدد من النجوم يمكن أن يرى فى وقت واحد فى أحسن الظروف الجوية لا يتجاوز ألفين .

وقبل ميلاد المسيح بأكثر من مائة سنة ، وضع فلكى يونانى يدعى إيباركوس أول قائمة للنجوم ، وقسم النجوم إلى ست مراتب . فأطلق على ألمعها اسم



وضع إيباركوس أول قائمة للنجوم

نجوم القدر الأول ، والتى تليها فى اللمعان نجوم القدر الثانى ، وهكذا إلى نجوم القدر السادس . والنجوم التى تقل عن ذلك فى اللمعان لا يمكن أن ترى بالعين المجردة . وبالطبع لابد أن إيباركوس كان يعتقد أن هذه النجوم هى كل ما يوجد بالسماء .

ولم نعلم بوجود نجوم أخرى إلا عندما وجه جاليليو منظاره نحو النجوم . وبالمنظار المزدوج البسيط يزداد عدد النجوم التى نستطيع أن نراها إلى عشرين ضعفا . ومن خلال منظار فلكى كبير نستطيع أن نرى أضعافاً أخرى مضاعفة . أما باستخدام آلة التصوير الفلكية فإننا نرى أكثر وأكثر . ويستطيع منظار مرصد بالومار الذى يبلغ قطر مرآته ٢٠٠ بوصة (أى نحو ٥ أمتار) أن يصور نجوماً من القدر الحادى والعشرين – وهى أقل لمعاناً من أضعف النجوم التى نستطيع أن نراها بالعين المجردة مليون مرة .

فما هو إذن عدد جميع النجوم ؟

لا ندرى . إنما نعرف أن أكبر المناظير الفلكية تستطيع أن تصور عدة آلاف من ملايين النجوم . ونعلم أيضاً أننا كلما صنعنا منظاراً فلكيًّا أكبر ، ازداد عدد النجوم التى يستطيع تصويرها . فلا يسعنا إذن إلا أن نستنتج أنه لا بد أن يوجد آلاف الملايين من النجوم وراء تلك التى نستطيع أن نراها . وأن الإنسان ليصيبه دوار عندما يتخيل عدد النجوم المتناثرة فى رحاب الفضاء .

ويحاول الفلكيون أن يقربوا إلى أذهان الناس عدد النجوم بوسائل شتى . فيقول واحد منهم : « إن عدد النجوم يزيد على عدد حبات الرمال التى على شواطئ جميع بحار الدنيا » . ويقول آخر : « إن عدد النجوم التى بالسماء يزيد على عدد حروف مليون كتاب » . إن المرء لتستولى عليه حيرة بالغة .

كذلك يصاب المرء بالدوار عندما يفكر فى المسافات . فإن حتى أقرب النجوم من البعد بحيث لا نراها إلا كنقط ضوئية . وحتى هذه ما كنا لنراها لولم تكن بهذه الضخامة ، أو بهذه الحرارة الشديدة ، أو بكلتيهما معاً .

وعندما وضع إيباركوس قائمة نجومه ، كان يعتقد أنها « مثبتة » فى سطح كرة وأنها جميعاً على بعد واحد من الأرض . فكان من الطبيعى أن يعتقد أن اللمعان الذى تبدو به هو لمعانها الحقيق . ولكننا نعلم أنه إذا بدا نجم ألمع من نجم آخر فقد يكون ذلك ظاهرياً فقط . وأما إذا كان ألمع منه حقاً فيتوقف على الأكثر على بعده وشدة حرارته .

وكيف نعرف المسافة التى تفصلنا عن نجم من النجوم ؟

من السهل أن نقيس أبعاد القمر والسيارات والشمس . ويستخدم الفلكيون فى إيجاد هذه الأبعاد نفس قوانين حساب المثلثات التى يستخدمونها لقياس بعد شىء معين على سطح الأرض . ولكن المتاعب تبدأ عندما نحاول قياس أبعاد النجوم بهذه الطريقة . إذ أن الطرق المعتادة فى قياس الزوايا تفشل ولا تؤدى إلى نتيجة . ويرجع ذلك إلى أبعاد النجوم الشاسعة .

وإلى سنة ١٨٣٨ لم يتمكن أحد من قياس بعد أى نجم . وإلى ذلك الحين كان الناس يعتقدون أن ألمع النجوم هى أقربها . ولذلك فإن كل من كان يتولى قياس أبعاد النجوم كان عادة يختار ألمعها . ولكن فلكياً فرنسياً يدعى بسل (Bessel) كان له رأى آخر . فقد قال محاوراً نفسه : « إن أقرب النجوم ليس بالضرورة ألمعها . والأرجح أن أقرب النجوم هى تلك التى يبدو أنها أسرعها . أفليس الأمر فيما يتعلق بالنجوم كما هى الحال مع الطيور ؟ فعندما نرى طائرين يطيران ، وكان أحدهما يبعد عن الآخر كثيراً ، فإن أقربهما يبدو أنه أسرع طيراناً من أبعدهما . ويبدو لنا ذلك حتى لو كان أبعدهما هو أسرعهما طيراناً » .

ومعظم النجوم بالطبع تتحرك ببطء شديد بحيث إنه فى خلال حياتنا كلها لا نستطيع أن نميز التغيرات التى تطرأ على مواقعها . بيد أن « بسل »_كان يعرف نجماً سريع الحركة نسبيًّا ، وهو النجم ٦١ دجاجة (أى النجم المرقم ٦١ فى مجموعة النجوم التى تخيل الأقدمون أنها تشبه الدجاجة وأصبحت تعرف باسم كوكبة الدجاجة) ، وكان أسرع النجوم المعروفة فى ذلك الوقت . وكان من سرعة الحركة بحيث إنه فى ٣٠٠ سنة يقطع مسافة ظاهرية تعادل قطر القمر عندما يكون بدراً كاملا. وقرر بسل أن يقيس مقدار إزاحة [1] هذا النجم فى ستة أشهر . وذلك بأن يحدد موقعه بالنسبة إلى نجم آخر تحديداً دقيقاً . وبعد ستة أشهر عندما تكون الأرض قد قطعت نصف مدارها الطويل ووصلت إلى الجانب الآخر منه ، أى بعد أن تكون قد بعدت عن موضعها الأول مسافة ١٨٦ مليون ميل ، يحدد موقع النجم بالنسبة إلى النجم الآخر مرة ثانية .

وتستطيع أن تزيد فهماً لطريقة بسل إذا قمت بتجربة بسيطة . ضع إصبعك أمام وجهك ثم انظر إلى الأصبع بعينك اليمنى . ثم أغمض عينك اليمنى وانظر إلى إصبعك بعينك اليسرى. ستجد أن إصبعك تبدو أنها انتقلت إلى اليمين. وسبب ذلك أن عينيك تبعدان بعضهما عن بعض مسافة ٦ سنتيمترات تقريباً . فنظرتك الثانية لإصبعك كانت تبعد عن نظرتك الأولى بهذه المسافة . وقد أراد بسل أن ينظر بالعين الفلكية الثانية من على بعد ١٨٦ مليون ميل من نظرته الأولى . وتوقع أن يسجل النجم ، برغم بعده الشاسع ، إزاحة ولو طفيفة .

وقد سجل النجم هذه الإزاحة فعلا ! ولو أنها كانت إزاحة طفيفة للغاية . ومن هذه الإزاحة الطفيفة تمكن بسل من أن يحسب بعد هذا النجم . وكانت النتيجة أن بعد هذا النجم عنا يعادل بعد الشمس نصف مليون مرة ، أى نحو خمسين مليون مليون ميل !

---

(١) الإزاحة هى مقدار التغير الظاهرى فى موقع نجم بالإسناد إلى النجوم المجاورة له . (المترجم)

ومنذ أن قاس بسل بعد أول نجم ، تمكن الفلكيون من قياس أبعاد آلاف النجوم ولكن الفلكيين اليوم لا يفعلون ما فعله بسل . بل إن كل ما عليهم أن يفعلوه هو أن يقيسوا إزاحة النجم على صور فوتوغرافية مأخوذة بين كل صورة وأخرى مدة ستة أشهر . ومن الممكن أن يقاس بهذه الطريقة أبعاد تصل إلى ١٠٠ سنة ضوئية .

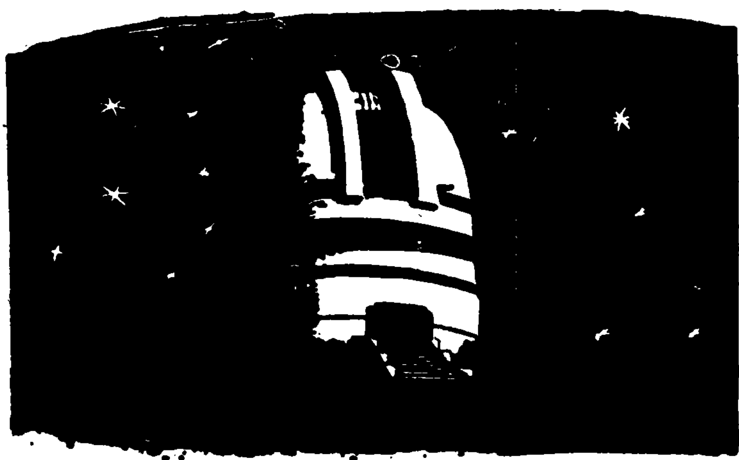
ما الذى تعلمه الفلكيون من قياسهم لهذه الأبعاد ؟ وما الذى عرفوه عن أبعاد النجوم ؟

عرفوا أشياء عجيبة ؛ فقد تبين أن جميع النجوم . باستثناء عدد قليل جداً ، أبعد بكثير جداً من النجم ٦١ دجاجة . ومع أن بعد أقرب نجم إلينا يعادل نصف بعد ٦١ دجاجة فإنه لا يوجد غير سبعة نجوم فقط لا تتجاوز أبعادها أكثر من عشر سنوات ضوئية ، أو ٦٠ مليون مليون ميل . فى حين تصل أبعاد بعض النجوم إلى مئات وآلاف وملايين السنين الضوئية . وعندما نتطلع إلى النجوم فإننا نرى الماضى . فإن معظم النجوم من البعد بحيث إن الضوء الذى نراها به اليوم بدأ رحلته من بعضها قبل ظهور الإسلام ، ومن بعضها قبل بناء الهرم الأكبر ، ومن بعضها الآخر عندما كانت الزواحف الضخمة مزدهرة على الأرض [1] .

فإذا أردت أن ترتد إلى الماضى السحيق فليس لديك وسيلة أسهل من أن ترفع عينيك إلى النجوم .

---

(١) أى منذ نحو ٢٠٠ مليون سنة – كما فى تقدير الجيولوجيين . (المترجم)



الفصل الخامس عشر

أحجام النجوم ولمعانها وسرعاتها

كن على ثقة من أن الفلكيين لم يقفوا عند قياس أبعاد النجوم . فقد عكفوا بعد ذلك على تقدير لمعانها . لأنه إذا ما عرف بعد نجم ولمعانه أصبح فى الإمكان تقدير كمية الضوء التى يشعها النجم فعلا . وهذا يساعد كثيراً على فهم النجوم .

وقد وجد الفلكيون أن أقرب نجم إلينا هو المسمى قنطورس ا [1] . وهو أحد النجوم السبعة « القريبة » ، ويماثل شمسنا إلى حد بعيد . فهو يماثلها فى اللون ودرجة الحرارة وفى كمية الضوء التى يشعها .

(١) أى ألمع نجم فى كوكبة قنطورس ، وهى من الكوكبات القريبة من القطب السماوى الجنوبى . وقنطورس اسم لحيوان خرافى عند قدماء اليونان . (المترجم)

وعرفوا أيضاً أن الشعرى اليمانية يحق لها أن تكون ألمع نجم فى السماء . وإذا كنت من عشاق النجوم فلعلك تعرف تلك المجموعة الرائعة من النجوم التى تسمى كوكبة الجبار ، والمشهورة عند العرب باسم الجوزاء ، وهى تزين السماء فى فصل الشتاء ، والجبار يلبس حزاماً ترصعه ثلاثة أنجم فى صف واحد . وتحت قدمه اليمنى توجد مجموعة من النجوم تسمى كوكبة كلب الجبار . والشعرى تراها متألقة فى هذه الكوكبة (وهى تقع على امتداد حزام الجبار بميل إلى الجنوب) وقد وجد الفلكيون أن سبب شدة لمعان الشعرى يعود من جهة إلى قربها الشديد ومن جهة أخرى إلى شدة حرارتها . وهى أشد زرقة وحرارة من الشمس . وبرغم أنها لا تزيد فى حجمها عن الشمس كثيراً ، إلا أنها تشع قدر ما تشعه الشمس من ضوء وحرارة ثلاثين ضعفاً .

وواصل الفلكيون دراسة النجوم ، وعرفوا ألوان ولمعان عدد كبير من النجوم التى تصل أبعادها إلى ١٠٠ سنة ضوئية بل وإلى أبعد من ذلك . ومما حصلوا عليه من معلومات أصبح فى مقدورهم أن يعرفوا أشياء كثيرة حتى عن أبعد النجوم . مثلا عرفوا أن النجم الذى يضىء بلون أزرق يكون حاراً للغاية . فإذا أضاء نجم بلون أزرق ومع ذلك لا يبدو لامعاً فى المنظار الفلكى ، فإنهم يستنتجون أنه لا بد أن يكون بعيداً جداً . وهو لا بد أن يكون كذلك لأن كل نجم « أزرق » تناولوه بالدراسة يزيد ضوؤه على الشمس كثيراً . وبعض النجوم « الزرقاء » يزيد ضوؤها على ضوء الشمس ١٠,٠٠٠ ضعف . ومن جهة أخرى فإن النجوم « الحمراء » أقل حرارة من الشمس . ومع ذلك فإن النجم « الأحمر » إذا كان كبيراً كافياً فإن ما يشعه من الحرارة قد يزيد عما يشعه النجم « الأزرق » .

وقد ظل الناس أمداً طويلاً لا ينظرون إلى النجوم إلا على أنها مجرد نجوم تكاد لا تختلف بعضها عن بعض . فتصور إذن دهشتهم عندما علموا أنها

تختلف بعضها عن بعض اختلافات واسعة المدى . فقد وجد الفلكيون نجوماً بالغة الضخامة كأنها عمالقة وأخرى ضئيلة الحجم كأنها أقزام ، ونجوماً شديدة الحرارة وأخرى تميل إلى البرودة . وفى بادئ الأمر سببت هذه الاختلافات الواسعة المدى ارتباكاً للفلكيين . ولكن شيئاً فشيئاً ، باستمرارهم فى دراسة النجوم ومقارنتها بعضها ببعض ، أصبحت صورة السماء واضحة لهم بوجه عام .

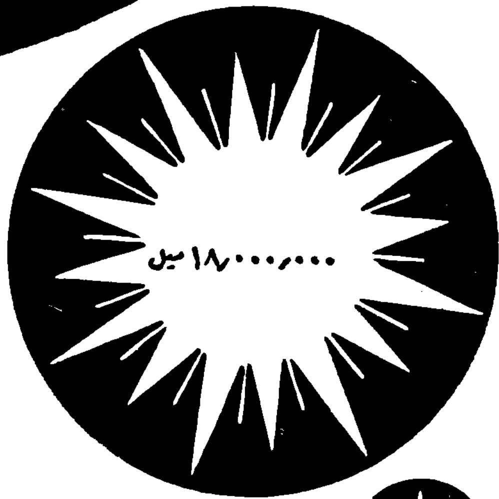
وأصبحنا الآن نعلم أن النجوم الشديدة التألق هى نجوم استثنائية ؛ إذ لا توجد نجوم كثيرة يعادل لمعان كل منها لمعان الشمس ١٠,٠٠٠ ضعف . ومقابل كل نجم من هذه النجوم ، يوجد ١٠٠,٠٠٠ نجم تماثل الشمس . ومن جهة أخرى يقابل كل نجم ألمع من الشمس نحو خمسة عشر نجماً أقل منها لمعاناً . ولكن معظم النجوم متقاربة فى صفاتها مما دعا الفلكيين إلى ضمها فى مجموعة واحدة أطلقوا عليها اسم مجموعة النجوم ، « السوية » . والشمس تنتمى إلى هذه المجموعة . وهى نموذج طيب للنجوم « السوية » . إذ لا هى بالضئيلة حتى تتجاهل ، كما يتجاهل الشخص العادى وسط الزحام ، ولا هى تمتاز عن الأخرى امتيازاً يلفت إليها النظر بوجه خاص .

وإذا قورنت النجوم الماردة بهذه النجوم « السوية » التى تكوّن الغالبية العظمى من النجوم ، فإنها تبدو بالغة الضخامة . فإن حجم بعضها يزيد على حجم الشمس مائة ضعف . وتبلغ بعض النجوم الحمراء من الضخامة بحيث إذا حل أحدها محل الشمس فإنه يمتد إلى ما بعد مدار الأرض . فبدلاً من أن تكون الأرض على بعد ٩٣ مليون ميل منه ، فإنها تجد نفسها داخله .

أما الأقزام ، التى يوجد منها عدة أنواع ، فهى أصغر من الشمس كثيراً . والأقزام البيضاء هى أغرب النجوم جميعاً . فهى مكبوسة كبساً شديداً بحيث لا يزيد حجم الواحد منها عن حجم سيار . ولا يمكن أن ترى إلا بأقوى المناظير الفلكية . ومع ذلك فإن وزن نجم نموذجى منها يعادل وزن الشمس . فتصور

٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠ مي

فوق العملاق



عملاق



الشمس

٨٦٤,٠٠٠ ميل



قزم أبيض

٤٠٠٠ ميل

النجوم مرتبة حسب أحجامها

مقدار مدى كبس مادة النجم حتى يصبح ذلك ممكناً ! وفى الواقع يبلغ مدى كبس المادة حداً يجعل وزن قطعة من مادتها يعادل وزن قطعة مماثلة من الحديد ٦,٠٠٠ ضعف ! وتزن سعة لتر من مادة القزم الأبيض خمسين طناً ! ومهما يبدو ذلك خيالياً بعيداً عن التصور فإنه توجد أقزام بيضاء أكثر كثافة .

وما دمنا نتخذ الشمس نموذجاً جيداً للنجوم ، فإنك ستتكهن بأن سبب إضاءة النجوم المستمرة هو نفس سبب إضاءة الشمس . وسيكون تكهنك فى محله . فإن جميع النجوم تتغذى على مادتها . إذ أنها فى أعماق باطنها تحول الأيدروجين إلى هليوم .

ولكن ثمة أمراً شائقاً — وهو أن النجوم لا تستهلك كلها مادتها بنفس المعدل ؛ فالنجوم التى ليست أكبر من شمسنا ، تستهلك مادتها ، كما تفعل الشمس ، باعتدال واقتصاد . ولا يوجد خطر من نفاد كمية الأيدروجين التى بها سريعاً . أما النجوم الكبيرة ، فإنها شديدة الإسراف إذ أنها تستهلك أيدروجينها بسرعة شديدة . وكلما كان النجم أكبر زاد إسرافه .

والنجم الذى يزيد على الشمس ضعفين يكون استهلاكه لأيدروجينه أسرع من استهلاك الشمس لأيدروجينها تسع مرات ، والنجم الذى يزيد على الشمس مائة ضعف يكون أسرع منها مليون مرة . ومثل هذا النجم ، كما ترى ، يتعرض للمتاعب قبل مضى زمن طويل ؛ إذ من شأنه أن يستهلك كل أيدروجينه فى وقت وجيز بالقياس إلى الأزمنة الفلكية . وقد فعل بعض النجوم ذلك ، ولم يعد لديها من وسائل الاستمرار فى الإضاءة سوى الانكماش . وهى الوسيلة التى اتبعها الأقزام البيض . فقد استنفدت أيدروجينها واضطرت للانكماش لتظل حارة ولامعة .

وهذه الآلاف من ملايين النجوم — هل تفعل شيئاً آخر بجانب إنتاجها للطاقة نعم ، إنها تتحرك ؛ فالقمر يدور حول الأرض ، والأرض تدور حول

الشمس ، والشمس تتحرك بسرعة فى الفضاء ؛ وهى تتحرك فى سيل ضخم من حركة مرور نجمية . بعض النجوم يتحرك معنا فى مدار دائرى واسع داخل المجرة وبعضها الآخر يقطع طريق مرورنا . ولكنها جميعاً تنتمى إلى مجموعة النجوم التى تنتمى إليها شمسنا — المجرة . وجميع النجوم التى نراها بالعين المجردة تنتمى إلى مجرتنا .

ولعلك تذكر أن النجم ٦١ دجاجة من سرعة الحركة بحيث إنه فى ٣٠٠ سنة يقطع مسافة ظاهرية تعادل قطر القمر . ولكن ما هى السرعات الحقيقية للنجوم ؟ وما هى السرعة الحقيقية لحركة مرور النجوم فى مجرتنا ؟

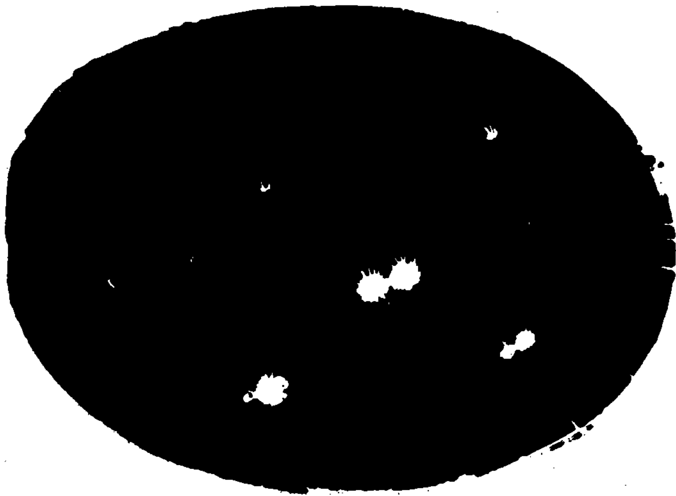
تتراوح سرعات النجوم بين ١٠،٠٠٠ ميل و ٤٠،٠٠٠ ميل فى الساعة . وتلحق شمسنا بكثير من النجوم المتحركة معنا فى طريق واحد ؛ لأنها تتحرك بسرعة ٤٠،٠٠٠ ميل فى الساعة .

ونحن لا نستطيع ، ونحن نتحرك مع الشمس ، أن نرى الطريق أمامنا إلى مسافة بعيدة . كذلك لا نستطيع أن نتبين الجانب الآخر من الطريق . وسبب ذلك وجود تراب يحجب الطريق . وبرغم ذلك فإننا نعرف الوجهة التى نتجه إليها . فنحن نتحرك فى اتجاه كوكبة الدجاجة . ولكن لا تفزع . فلن يحدث تصادم . فالطريق فسيح للغاية ، مما يسمح لنا بالمرور بأمان . وطرق المرور فى السماء فسيحة للغاية . فالمسافات بين النجوم ، على العموم ، تعادل قطرها خمسين مليون ضعف [1] . فالنجوم تكاد تكون تائهة فى الفضاء .

هل تتذكر ؟ عندما وضعنا الليمونة الهندية التى تمثل الشمس فى القاهرة ، وجدنا أن علينا أن نضع الليمونة التى تمثل أقرب نجم إلينا فى مراكش . وهذا يعطيك فكرة عن المسافات الشاسعة بين النجوم. ومن ثم فلا تظن أن طريق مرور النجوم فى السماء مزدحماً . واحتمال تصادم نجم بآخر هو واحد فى كل ألف مليون . وإذن فحركة مرور النجوم فى السماء فى غاية الأمن والسلامة .

---

(١) تصور سيارة عرضها متر تسير فى طريق عرضه خمسون ألف كيلومتر ! (المترجم)



الفصل السادس عشر

رفقاء فى السماء

إننا ننطلق فى طريقنا الطويل داخل مجرتنا — ومع ذلك فإننا لا نشعر بحركتنا قط . فكما أننا لا نشعر بحركتنا حول محور الأرض ، ولا بحركتنا حول الشمس ، كذلك بالمثل لا نشعر بحركتنا مع الشمس فى طريقها المترامى . وفى هدوء ننظر حولنا إلى أقرب المسافرين فى ممرات السماء الواسعة . ونديرِ منظارنا الفلكى مرة فى هذا الاتجاه ، ومرة فى ذاك . وإذا بنا نثب فجأة ، فإن ما كنا نظنه نقطة ضوئية يتضح لنا أنه فى الواقع نجمان مستقلان قريبان جداً بعضهما من بعض .

وإنى أسمعك تهتف قائلا : « ولكنك قلت إن النجوم على مسافات شاسعة بعضها من بعض . وقلت إن المسافات بينها فسيحة بحيث إنه لا يقع بينها تصادم » .

وهذا صحيح ؛ فإن ما نراه ليس حادثة مرور على وشك الوقوع . فإن النجمين كانا قريبين بعضهما من بعض على الدوام . فهما توأمان وقد نموا معاً . وكل منهما يدور حول الآخر وينطلقان معاً فى الفضاء . ويوجد عدد كبير من النجوم من هذا النوع . وربما كان نصف جميع النجوم نجوماً مزدوجة . ومن بين أقرب ثمانية نجوم إلينا يوجد خمسة منها مزدوجة ، ونجم من هذه الخمسة له رفيقان بدلا من رفيق واحد . والشمس ، التى تسير منفردة ، هى أقرب إلى الاستثناء منها إلى القاعدة العامة .



يوجد نجم مزدوج عند انحناءة يد وعاء الدب الأكبر

وحتى بدون منظار مزدوج عادى ، تستطيع أن ترى بعضاً من النجوم المزدوجة بعينك المجردة . فإذا دققت النظر إلى النجم المكون لانحناءة يد وعاء الدب الأكبر ، فإنك سترى نجماً آخر خافتاً يعلوه [١] . وإذا كنت حديد البصر ، تستطيع أن تكشف نجوماً مزدوجة أخرى . ولكن المنظار الفلكى

(١) ويسميه العرب «السها» ويضرب به المثل فى خفوت الضوء كما جاء فى شعر أبى العلاء المعرى . (المترجم)

سيكشف لك عن آلاف منها . وسترى نجوماً مزدوجة يتشابه فيها التوأمان ، وأخرى يختلف فيها التوأمان بعضهما عن بعض اختلافاً بينا .

فالشعرى ، مثلا ، لها توأم يختلف عنها كل الاختلاف . وهذا التوأم نجم خافت جداً ويزيده لمعان الشعرى خفوتاً . وهو يعادل الشمس فى الوزن ويزيد عنها فى شدة الحرارة . ومع ذلك فهو يقل عن الشمس فى اللمعان وفى الحجم كثيراً . فهو لا يبلغ إلا جزءاً من خمسين جزءاً من لمعانها ، ولا يزيد عن تلك النسبة كثيراً من حجمها . وفى الواقع فهو من تلك النجوم المسرفة التى استنفدت جميع أيدروجينها سريعاً . وهو يحاول الآن الاستمرار فى الإضاءة على قدر ما يستطيع بالانكماش . فهو إذن قزم أبيض . وقد بلغ فى انكماشه حداً بحيث إن البوصة المكعبة من مادته تزن طناً كاملا .

والنجوم المزدوجة بالنسبة للفلكيين ليست مجرد صورة ينظرون إليها فى إعجاب . وهم يكادون لا يستطيعون الاستغناء عنها فى بحوثهم . لأن وزن النجم هو أهم خواصه — إذ يتوقف لمعان النجم غالباً على وزنه — والنجوم المزدوجة هى النجوم الوحيدة التى يمكن وزنها . وعندما يراقب الفلكى توأمى النجم المزدوج وكل منهما يدور حول الآخر ، فإنه يستطيع أن يحسب قوة الجذب بينهما ، التى تجعلهما قريبين بعضهما من بعض بهذا القدر . ومن قوة الجذب يستطيع أن يحسب الوزن .

وبالنظر إلى ما هو معروف عن تعدد أنواع النجوم ، فإن النتائج التى وصل إليها الفلكيون عن أوزانها المثيرة للدهشة حقاً . فإن الاختلاف بين النجوم فى الوزن يكاد لا يذكر بالنسبة لاختلافها فى اللمعان ؛ إذ لا توجد نجوم كثيرة يزيد وزنها على وزن الشمس عشر مرات ، ولا توجد نجوم كثيرة يقل وزنها عن خمس وزن الشمس .

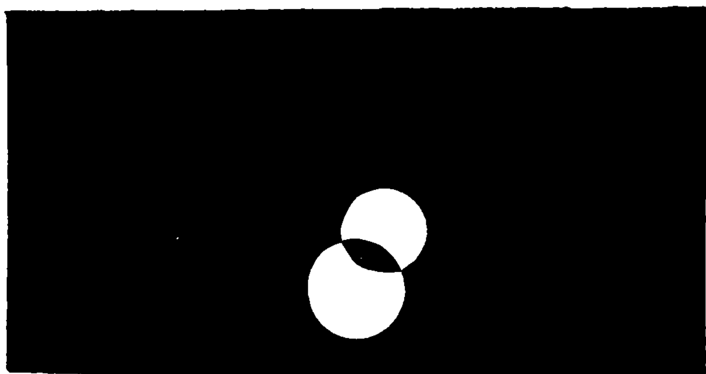
ولا ينبغى أن تظن أن توأمى النجم المزدوج قريبان بعضهما من بعض فى

جميع الأحوال ؛ ففى بعض النجوم المزدوجة يبعد التوأمان بعضهما عن بعض بعداً كبيراً بحيث يستغرق كل منهما فى الدوران حول الآخر مائة سنة بل وأكثر . وحتى لو لم تكن تعلم ذلك ، فإنك ستقدر ولا شك أن المسألة بين توأمى النجم المزدوج ، عندما يكون بعيداً عنا بعداً شاسعاً ، لابد أن تقدر بآلاف الملايين من الأميال حتى يمكن أن نرى التوأمين منفصلين بعضهما عن بعض . وإن لديك ولاشك خبرة بما تبدو عليه الأشياء إذا شوهدت من مسافات بعيدة . فقضيبا السكة الحديدية يبدوان متلاقيين إذا شاهدتهما من مسافة بعيدة ، وكثير من النجوم المزدوجة تبعد عنا بعداً ساحقاً بحيث إنها لا ترى إلا كنقطة ضوئية حتى ولو رؤيت بأكبر المناظير الفلكية .

ومن ناحية أخرى توجد نجوم مزدوجة يكون فيها الرفيقان قريبين جداً بعضهما من بعض . وبعض النجوم المزدوجة يكون فيها الرفيقان من القرب بحيث إنهما يستغرقان أياماً ، لا سنوات ، فى دوران كل منهما حول الآخر . بل أحياناً لا يستغرقان سوى ساعات قليلة . وهذه النجوم المزدوجة التى يكاد يتلاصق فيها الرفيقان ، كتلك التى تبعد عنا بمسافات شاسعة ، لا يمكن أن ترى إلا كنجم واحد . ومع ذلك فإن الفلكيين لديهم من الوسائل ما يمكنهم من رؤية كل من التوأمين القريبين بعضهما من بعض منفصلا عن الآخر .

فمثلا عندما يدور كل من رفيقى نجم مزدوج قريباً جداً من الآخر بحيث يكادان يتلامسان ، فإن أحدهما يحجب الآخر معظم الوقت . وبمعنى آخر إن أحدهما « يكسف » الآخر – أو جزءاً منه – كلما يكون بيننا وبينه .

ونحن بالطبع لا نرى أى نجم على هيئة قرص قط ، لأن جميع النجوم ، ما عدا الشمس ، تبعد عنا بمسافات شاسعة . ولذلك فإن ما نراه عندما يكسف نجم نجماً آخر ، هو مجرد تغير فى لمعانهما معاً ، فيصبح لمعانهما أقل . ويسجل



أحياناً « يكسف » أحد رفيقى نجم مزدوج رفيقه الآخر

الفلكى هذا اللمعان فى فترات متقاربة – تبلغ فى حالة بعض النجوم المزدوجة كل ثلاث دقائق .

ثم يرسم خطاً بيانياً يمثل التغير الذى يطرأ على لمعان النجمين معاً .

وإن الإنسان لتستولى عليه الدهشة لما يستطيع الفلكى أن يستخلصه من معلومات وافرة عن النجوم بدراسة هذه الخطوط البيانية ، وإجراء عمليات رياضية معقدة . فبعد أن يعرف بعد النجم المزدوج ، ويحلل الضوء الصادر منه ، يستطيع أن يقدر قطر كل من رفيقى النجم المزدوج مقدراً بالأميال ، ويستطيع أن يقدر وزن كل منهما بالأطنان . كما يستطيع أن يقدر درجة حرارة كل منهما . ومقدار متوسط لمعان السنتيمتر المربع من سطحه ، وسرعة كل منهما ، بل ومدى انبعاج كل منهما نتيجة جذب كل منهما للآخر .

وإن مما يرتاح له الإنسان أن يعلم أن النجوم ليست مبعثرة فى السماء كيفما اتفق . فإن الإنسان يميل إلى الترتيب والنظام ، والنجوم المزدوجة فيها شىء من التناسق .

ولكنها ليست الوحيدة التى بها شىء من التناسق . إذ اتضح أن بعض النجوم المزدوجة تتكون من ثلاثة أنجم ، أو من « طاقم » من نجمين مزدوجين ، ويوجد بجانب هذه النجوم المزدوجة ، تجمعات نجمية أكبر — تجمعات كاملة تتحرك نجومها مصاحبة بعضها بعضاً كسرب واحد . ويصل عدد نجوم بعض هذه التجمعات إلى مئات بل وآلاف النجوم .

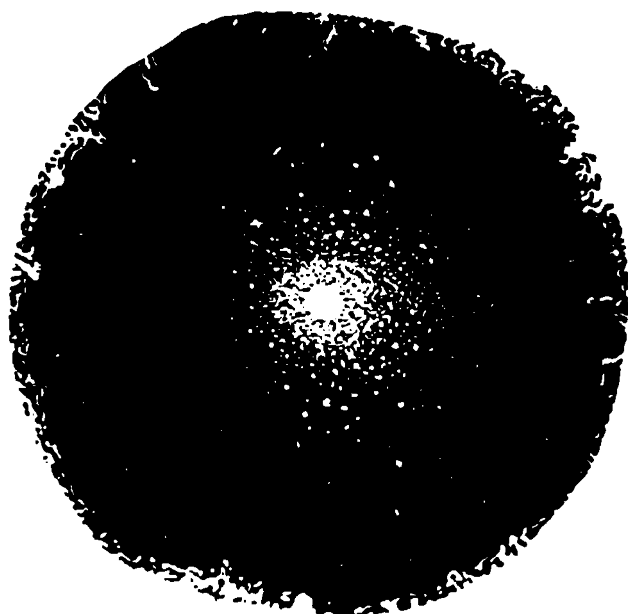
وتوجد مجموعة صغيرة ، اشتهرت منذ القدم بمنظرها وبهائها ، وتسمى الثريا وقد ذكرها العرب فى أشعارهم كثيراً . وهى جزء من مجموعة النجوم التى تسمى برج الثور . وعندما تنظر إلى الثريا فى إحدى ليالى الشتاء الصافية تستطيع



تكون الثريا جزءاً من برج الثور

بسهولة أن تميز ألمع ستة نجوم فيها . وكان العرب يعتبرون أن من يرى سبعة منها يكون قويّ البصر. وقليل هم الذين يستطيعون أن يميزوا تسعة أو عشرة، بشرط أن يكونوا بعيدين عن أضواء المدن، وأن تكون أعينهم قد ألفت الظلام . ولكنك إذا نظرت من خلال منظار مزدوج عادى ، استطعت أن ترى خمسين أو ستين نجماً . أما عدد النجوم التى يمكن أن ترى بالمنظار الفلكى فيصل إلى عدة مئات .

ومثل هذه التجمعات النجمية المفتوحة توجد فى جميع أجزاء المجرة غير السماء . ويمكنك أن تبحث بنفسك عن بعضها كتجمع خلية النحل فى كوكبة السرطان . أو ترى التجمع المزدوج المشهور فى الشمال ، بين كوكبتى فرساوس



التجمعات الكروية تضم مئات الآلاف من النجوم وتبدو ككرات ضخمة متناثرة فى السماء

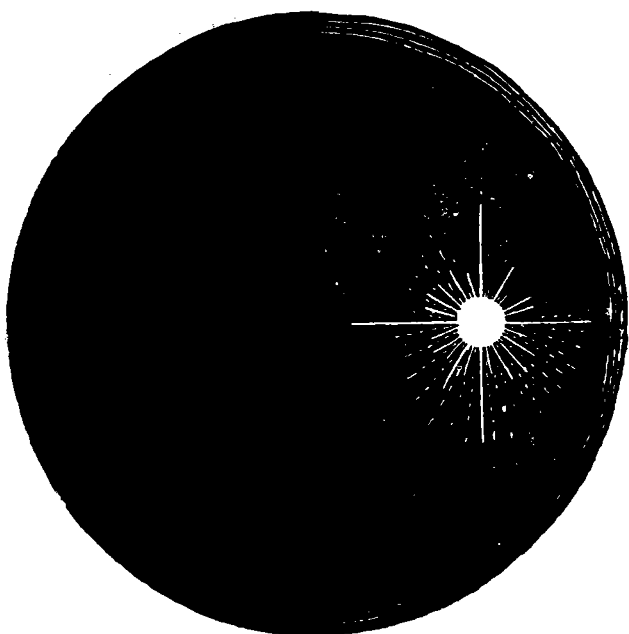
وذات الكرسى . ويمكن رؤية هذا التجمع خلال جزء كبير من الليل فى شهور كثيرة من السنة . ولكن لا تتوقع أن ترى النجوم متخذة توزيعاً خاصًّا فى التجمع ، فهى مجرد نجوم مضمومة بعضها إلى بعض فى شبه حزمة . وقد كانت دائماً كذلك . وهى أسر تعيش طول حياتها معًا وتسير فى طرق مرور السماء فى جماعة واحدة .

التجمعات الكروية تضم مئات الآلاف من النجوم وتبدو ككرات ضخمة متناثرة فى السماء .

ولا شك أنك تعتقد أن تجمعات النجوم التى تضم مئات أو آلاف النجوم هى تجمعات ضخمة . ومع ذلك فهناك تجمعات من نوع آخر تتضاءل بجانبها التجمعات الأولى . ونسميها التجمعات الكروية لأنها تتخذ شكل كرات ضخمة . وفى نصف الكرة الشمالى حيث نعيش لا نرى بالعين المجردة إلا تجمعاً كرويًّا واحداً — وهو واقع فى كوكبة هرقل[١] . ولكن عدد هذه التجمعات المعروفة إلى الآن يبلغ مائة تجمع . وفى كل منها يحتشد مئات الآلاف من النجوم . ونحو ١٠٠,٠٠٠ نجم من نجوم هذه التجمعات ألمع من الشمس . وألمعها جميعاً يفوق الشمس فى اللمعان ثلثمائة ضعف .

---

(١) ويسميها العرب كوكبة الجاثى . (المترجم)



الفصل السابع عشر

النجوم المتغيرة اللمعان

صباح أحد أيام الشتاء فى سنة ١٩٠١ كان فلكى إسكتلندى يدعى الدكتور أندرسن يراقب السماء . وكان الدكتور أندرسن هاوياً ، ولكنه كان خبيراً بالنجوم . ولذلك عندما وقعت عينه على نجم متوسط اللمعان فى كوكبة فرساوس اشتدت ضربات قلبه . فإن ذلك النجم كان نجماً جديداً ! إذ لم يكن يوجد نجم فى ذلك المكان من قبل !

وبادر الدكتور أندرسن بالاتصال بالمرصد . ولم تمض ساعة حتى كانت الأسلاك تهتز بنشر هذا الخبر المثير . وبادر كل فلكى فى متناوله منظار فلكى

إلى ذلك المنظار . واتجهت الأعين فى جميع أنحاء العالم إلى هذا النجم الجديد فى كوكبة فرساوس . فقد كان يقع فى السماء أشد الحوادث إثارة ، ولم يشأ أحد أن يفوته هذا « الاستعراض الكبير » .

وازداد النجم فى اللمعان سريعاً . و تألأت الليلة التالية حتى كاد يكون ألمع نجم فى السماء . ولكن فى الليلة التى تلتها كان قد بدأ فى الخفوت . وأخذ يزداد خفوتاً ببطء . وبعد سنة أصبح يكاد لا يرى بالعين المجردة .

فما الذى حدث ؟ ولماذا كل هذا الانفعال ؟ وهل ولد نجم جديد حقاً ؟

فى ذلك الوقت لم يكن الفلكيون يعرفون ما الذى حدث بالضبط . وكل ما كانوا يعرفونه هو أن هذا النجم الجديد الذى ظهر فى كوكبة فرساوس ، لم يكن نجماً جديداً فعلا — فقد كان موجوداً فى مكانه على الدوام، ولكنه كان من خفوت اللمعان بحيث لم يكن يرى بالعين المجردة . ثم لسبب ما لمع فجأة لمعاناً شديداً ثم أخذ فى الاضمحلال مرة أخرى . وكانوا يعلمون أن مثل ذلك قد حدث عدة مرات من قبل . ودلت السجلات أنه قد شوهدت خلال القرون عدة نجوم جديدة . وقد أطلق عليها فى اللغات الأوربية اسم Novae أى النجوم الجديدة ، لأن الفلكيين كانوا ، قبل اختراع المنظار الفلكى ، يعتقدون أن نجماً جديداً قد ولد . وسنطلق على هذا النوع من النجوم ، الذى يزداد لمعانه فجأة زيادة كبيرة ، اسم المتفجرات . وهى على نوعين : متفجرات عادية ، ومتفجرات فوق العادية — كما سيأتى شرح ذلك — ولكن فى مدى الثلثمائة السنة السابقة لظهور نجم أندرسن . لم ير نجم جديد بمثل هذا التألق . فهل حدثت بالسماء نكبة كبرى ؟ هل تصادم نجمان ؟

فى خلال خمسين السنة الأخيرة تمكن الفلكيون من حل لغز المتفجرات العادية ، والمتفجرات فوق العادية . واتضح أنه لا علاقة لها بحوادث المرور فى السماء . فإن الأبعاد الشاسعة بين النجوم تجعل احتمال وقوع اصطدام بين



النجم المتفجر هو عملاق ينكمش وينكمش حتى ينفجر

نجمين أقل من احتمال اصطدام زورقين صغيرين أخلى لهما المحيط الهادى بأسره . فالمتفجرات هى نجوم بالغة الضخامة لا تسبب متاعب إلا لنفسها .

وإنك لتذكر أنه كلما زادت ضخامة النجم ، أسرع فى استهلاك أيدروجينه ، والنجم المتفجر هو أحد هذه العمالقة الشديدة الإسراف التى استنفدت جميع أيدروجينها ووجدت أنه لا مناص لها من الانكماش . وأخذت تنكمش وتنكمش ، وكلما زادت انكماشاً ، زادت سرعة دورانها حول محورها . وفى النهاية بلغت من سرعة الدوران بحيث إنها أخذت تتفتت وقذفت بغلالها الخارجى كله ، فانطلق فى الفضاء بسرعة خاطفة كأنه فقاعة لامعة .

وهذا هو الذى يجعل النجم يزداد فى اللمعان عما كان عليه من قبل ١٠,٠٠٠ مرة . وعند لحظة الانفجار يصبح باطن النجم الشديد الحرارة مكشوفاً . وبعد فترة من الزمن – تبلغ عادة شهوراً قليلة – يعود النجم مرة أخرى إلى حالته السوية . ثم بعد بضع سنين يكون عرضة لأن ينفجر على نفس المنوال مرة أخرى .

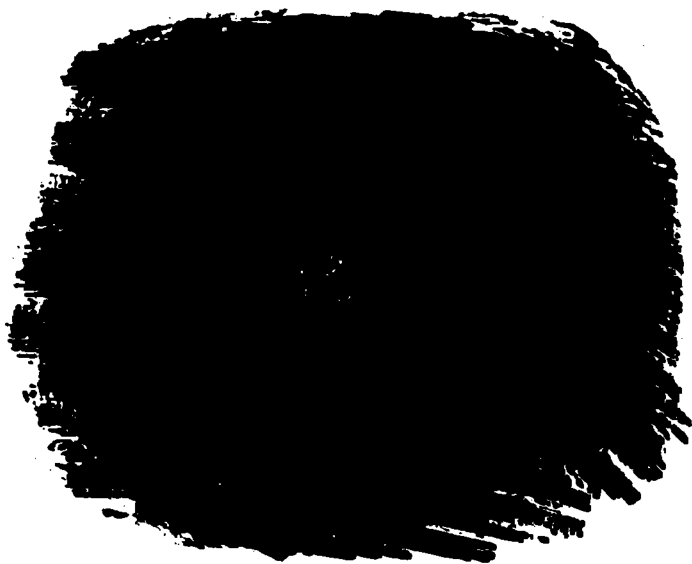
وهذا هو ما يحدث للنجم العادى الانفجار . أما النجم فوق المتفجر فإن انفجاره يكون أعنف من ذلك بكثير . وإن ما يحدث للنجم فوق المتفجر هو أعنف ما يمكن أن يحدث فى جنبات الكون كله . ويمكنك أن تتصور شدة هذا الانفجار إذا علمت أنه يعادل انفجار مليون مليون مليون مليون قنبلة أيدروجينية فى آن واحد . وسبب شدة الانفجار أن النجم فوق المتفجر لا يتخلص من طاقته بقذف جزء من غلافه الخارجى إلى الفضاء بين حين وآخر ، إنما يستمر محتفظاً بطاقته المتزايدة إلى أن يتخلص منها بانفجار شامل واحد . وعندما يحدث ذلك ؛ فإن الانفجار يتم فى دقيقة واحدة . ولكن فى هذه الدقيقة الواحدة ربما يقذف إلى الفضاء تسعة أعشار النجم .

وإنه لمن المثير بالطبع أن تراقب نجماً متفجراً وهو يتزايد فى التألق، وتتصور فى مخيلتك ماذا يحدث هناك على بعد ملايين الملايين من الأميال . والمتفجرات العادية ليست كثيرة الحدوث ، والمتفجرات فوق العادية أقل حدوثاً ؛ إذ لا يقع الانفجار فوق العادى إلا كل قرنين أو ثلاثة قرون. ولكنك تستطيع أن ترى أنواعاً أخرى من النجوم التى يتغير لمعانها تغيراً دورياً. وعددها يزيد كثيراً على عدد النجوم المتفجرة .

وأحد هذه الأنواع يزداد لمعانه ١٠,٠٠٠ ضعف كل سنة أو نحوها . وعدد كبير من النجوم الحمراء تفعل ذلك . ويطلق على مثل هذه النجوم اسم المتغيرات طويلة المدة . ولم نصل بعد إلى معرفة سبب هذا التغير معرفة تامة . إذ ما الذى يجعلها تخفت ثم تعود فتلمع بهذا النظام الدورى كأنها تنبض بانتظام ؟ فهل يسبب ذلك اندلاعات دورية كما يحدث بالشمس ؟ لا ندرى .

ونوع آخر يسمى المتغيرات القيفاوية . ونجوم هذا النوع يمكن الاعتماد عليها كل الاعتماد . فهى تغير لمعانها فى مواعيد محددة . ويتم بعضها دورة تغير لمعانها مرة فى كل يوم ، وبعضها فى عدة أيام ، وبعضها الآخر فى كل شهر .

وقد سميت نجوم هذه الأسرة بالمتغيرات القيفاوية نسبة لأول نجم استكشف منها . ويقع هذا النجم فى كوكبة قيفاوس (وهى من الكوكبات القريبة من القطب السماوى الشمالى) وكل فرد من أفراد هذه الأسرة له أهمية خاصة . لأن كل نجم منها يزيد لمعانه عن لمعان الشمس مائة ضعف على الأقل . ويزيد لمعان بعضها عن لمعان الشمس عدة آلاف من المرات . ولكن ما يجعل لها أهمية خاصة ليس مجرد أنها شديدة التألق ، بل ما كشفه الفلكيون من العلاقة بين لمعانها والزمن الذى تتم فيه دورة تغير لمعانها . فجميع النجوم التى تتم دورة تغير



الفصل الثامن عشر

مجرتنا ــ ومجرات أخرى

تصور نملة فى غابة مترامية لا حصر لعدد أشجارها . ثم تصور أن النملة تحاول معرفة شكل هذه الغابة . إن ذلك ليبدو أمراً سخيفاً ، وليس إلى تحقيقه من سبيل . ومع ذلك فإن الإنسان قد تمكن من حل معضلة مماثلة تماماً . فقد تمكن من معرفة شكل وحجم مدينتنا النجمية البالغة الضخامة التى نعيش فيها ، والتى نطلق عليها اسم المجرة ، ونسميها مدينتنا النجمية ؛ لأنه توجد فى رحاب الفضاء ــ التى مكنتنا المتغيرات القيفاوية من التغلغل إليه ومعرفته ــ نحو ألف مليون مدينة نجمية ، أو مجرة ، أخرى .

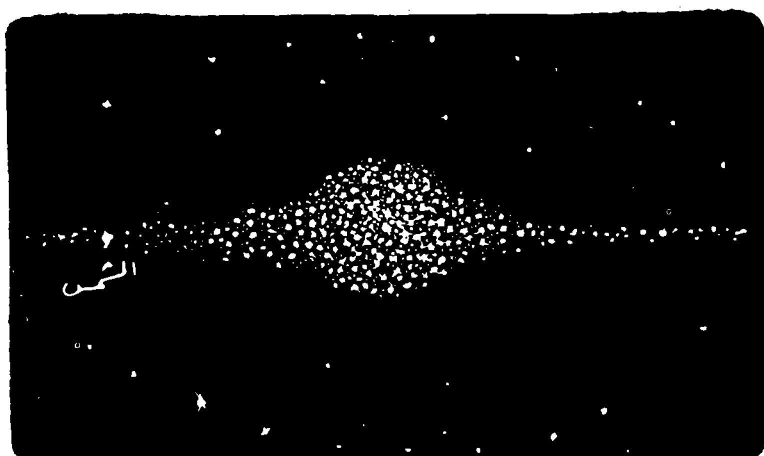
فما هو إذن شكل مجرتنا ؟

لما كان كل شيء فى السماء تقريباً يبدو ككرة — ككرة مفلطحة — فربما يتبادر إلى ذهنك أن مجرتنا كروية أو شبه كروية أيضاً . ولكن ذلك غير صحيح . فإن مجرتنا تشبه فطيرة مستديرة ضخمة منفوشة من وسطها . ومن موقعنا داخل هذه الفطيرة لا نستطيع أن نرى إلى مسافة بعيدة فى اتجاه المركز بسبب وجود أتربة تحجب منطقة المركز عن أنظارنا . ولكننا نستطيع أن نرى بوضوح فى اتجاه الحافة القريبة منا . وأهم ما نراه هو حزام المجرة ، وهو الدليل الذى نسترشد به لمعرفة شكل المجرة . وحزام النجوم المضيء هذا يكاد يقسم السماء إلى قسمين متساويين . وهذا معناه أننا نتوسط تقريباً المسافة بين أعلى الفطيرة وأسفلها .

أما حجم الفطيرة فهى من الضخامة بحيث إن تصورها أصعب كثيراً من تصور أبعاد النجوم الشاسعة . فإن قطرها يبلغ نحو ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية . وتقع أسرة الشمس على بعد ٣٠,٠٠٠ سنة ضوئية من المركز و ٢٠,٠٠٠ سنة ضوئية من الحافة . والفطيرة ، كما ذكرنا من قبل ، منفوشة عند المركز ثم يقل سمكها تدريجيًّا فى اتجاه الحافة حيث يبلغ نهايته الصغرى .

والآن : ما الذى تتكون منه هذه الفطيرة ؟

إنها تتكون من نجوم وأتربة وغازات . وهى تحتوى على ١٠٠,٠٠٠ مليون نجم . ومعظم النجوم الخافتة تقع فى حزام المجرة . ولا شك فى أن الجزء المنبعج عند المركز هو أشد أجزائها لمعاناً . إذ لدينا من الأدلة ، برغم أننا نكاد لا نرى منه شيئاً ، ما يجعلنا نعتقد أنه يحتوى على عدد كبير من التجمعات الكروية . كما أن الفطيرة تحيط بها تجمعات كروية متألقة كأنها هالة لها . والنجوم ليست موزعة من المركز نحو الحافة توزيعاً منتظماً ولكنها تتركز على الأكثر فى أذرع لولبية صادرة من المركز تحتوى على نجوم زرقاء شديدة التألق . والشمس وجيرانها تقع بالقرب من إحدى هذه الأذرع النجمية الضخمة .



إذا استطعنا أن نفحص مقطعاً لمجرتنا فإننا نرى المكان الذى تشغله الشمس .

وتتركز معظم الأتربة فى طبقة تتوسط الفطيرة . ولما كنا نعيش فى وسط الفطيرة أيضاً ، ولما كانت بعض السحب الترابية يبلغ امتدادها مئات السنين الضوئية ، فستدرك لماذا لا نعرف شيئاً يذكر عما يجرى عند المركز . والأتربة تعترضنا بحيث إننا لا نرى إلا نحو جزء من مائة جزء من مجرتنا . ويوجد فى هذه الأتربة ثغرات أو نوافذ يستطيع الفلكيون أن يروا من خلالها جزءاً صغيراً من منطقة المركز .

أما الغازات فتكاد تكون كلها أيدروجيناً . وعندما تكون الغازات بالقرب من نجوم شديدة الحرارة فإنها تتوهج كأنابيب النيون التى تستخدم فى الإعلانات المضيئة . والسديم الأكبر فى سيف الجبار يتوهج بهذه الكيفية . وهو يجعل النجم الذى يتوسط السيف يبدو مهزوزاً . وفى بعض المناطق ، عندما تكون الأتربة بالقرب من النجوم فإنها تعكس قدراً كافياً من الضوء بحيث تضىء إضاءة

ضعيفة . والتراب الذى بالثريا يضىء بهذه الكيفية ، ولكن إضاءته أضعف من أن ترى بالعين المجردة .

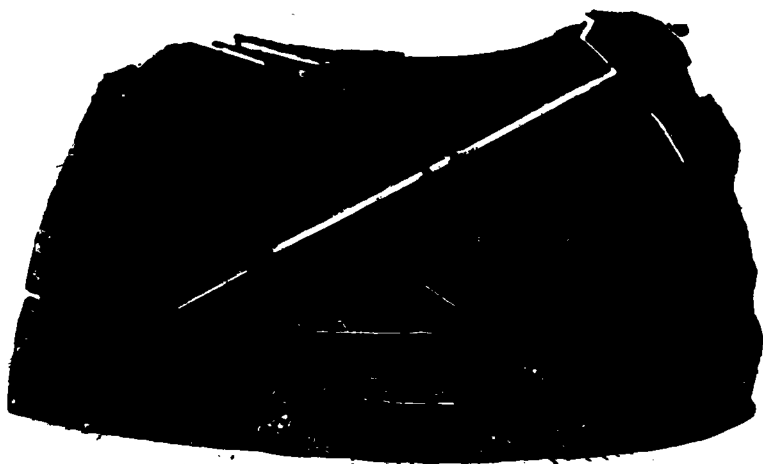
قلنا إنه توجد سحب غازية ضخمة يبلغ اتساعها مئات عديدة من السنين الضوئية . ولكن لا تظن أنها كثيفة كثافة الغازات التى بالشمس . فكمية مادة الشمس التى تملأ علبة ثقاب كبيرة تحتوى على ١٠٠ مليون مليون مليون مليون ذرة . أما إذا ملئت علبة الثقاب بالغاز المنتشر بين النجوم فإنها لا تحتوى إلا على نحو مائة ذرة فقط . والغاز المنتشر بين النجوم ، فى الواقع ، أقل كثافة من أى تفريغ غازى يمكن أن نحصل عليه بأقوى آلات التفريغ . ومع ذلك فإن ما يوجد من هذا يكفى لتكوين ١٠٠,٠٠٠ مليون نجم آخر ! وهذا يبين لنا أن معظم الفطيرة الضخمة التى هى مجرتنا فضاء ، وأن النجوم تبعد بعضها عن بعض بمسافات مخيفة .

والنجوم التى بمجرتنا ليست بالطبع ساكنة لأنه لا يوجد فى السماء شىء ساكن . وإذا ما وقف القمر عن الحركة فإنه يسقط نحو الأرض . وإذا وقفت الأرض فإنها تسقط نحو الشمس . وإذا كانت النجوم ساكنة فإنها تسقط نحو مركز الفطيرة . ولذلك فإن مجرتنا هى مجموعة من النجوم تدور حول مركز واحد . وتستغرق الشمس ، وهى تجر سياراتها معها ، مائتى سنة فى الدوران حول مركز المجرة دورة كاملة . ومدار الشمس من الطول بحيث إنها لم تتم إلا عشرين دورة منذ ولادتها .

وليس من السهل تكوين صورة عن المجرة وشكلها وتركيبها وضخامتها . ولكن من حسن الحظ أننا وجدنا نسخة من مجرتنا فى السماء . ونستطيع أن نوجه منظارنا الفلكى نحوها ونرى كيف تبدو مجرتنا .

ونموذجنا يبعد عنا بمقدار مليون ونصف مليون سنة ضوئية ، ومع ذلك فإنك

وكل مجرة هى مدينة نجمية ضخمة ، وقد لا تكون مشابهة تماماً لمجرتنا — فقد لا يكون لها أذرع لولبية ، أو لا يكون بها أتربة أو غازات : وقد تكون أصغر من مجرتنا ، وفى الواقع فإن معظم المجرات أصغر من مجرتنا . ولكن حتى أصغرها تضم ملايين النجوم وتدور فى الفضاء كالرحى . وكل مجرة عالم منعزل مستقل بضوئه وحركته ، ويفصله عن عوالم أخرى منعزلة مثله مسافات سحيقة من الفضاء المظلم الصامت القاسى البرودة . والمجرات فى مجموعها تكوّن ما نسميه الكون المرئى — كون واسع سعة لا يمكن للعقل أن يتصورها .



الفصل التاسع عشر

هل توجد عوالم أخرى يقطنها بشر ؟

من أين أتت كل هذه المجرات ؟ وكيف نشأت النجوم ؟

إن الفلكيين يختلفون حول أشياء كثيرة ولكنهم جميعاً يكادون يتفقون على أمر واحد وهو أن كل ما نشاهده اليوم فى كوننا إما أن يكون قد نشأ أو بدأ مرحلة جديدة من حالة سابقة ، منذ نحو أربعة آلاف مليون سنة . ولم يكن يوجد إذ ذاك أية نجوم . ولم يكن هناك سوى سحب بالغة الضخامة من الذرات — أى تكتلات غازية .

والسحب الغازية لا تقف ساكنة ، كما يعلم كل من شاهد الدخان وهو يتصاعد من المداخن . ولكنها تدور وتتمخض وتتقطع إلى دوامات . وعندما تتقطع فإن الجسيمات تتجاذب بفعل قوة الجذب العامة .

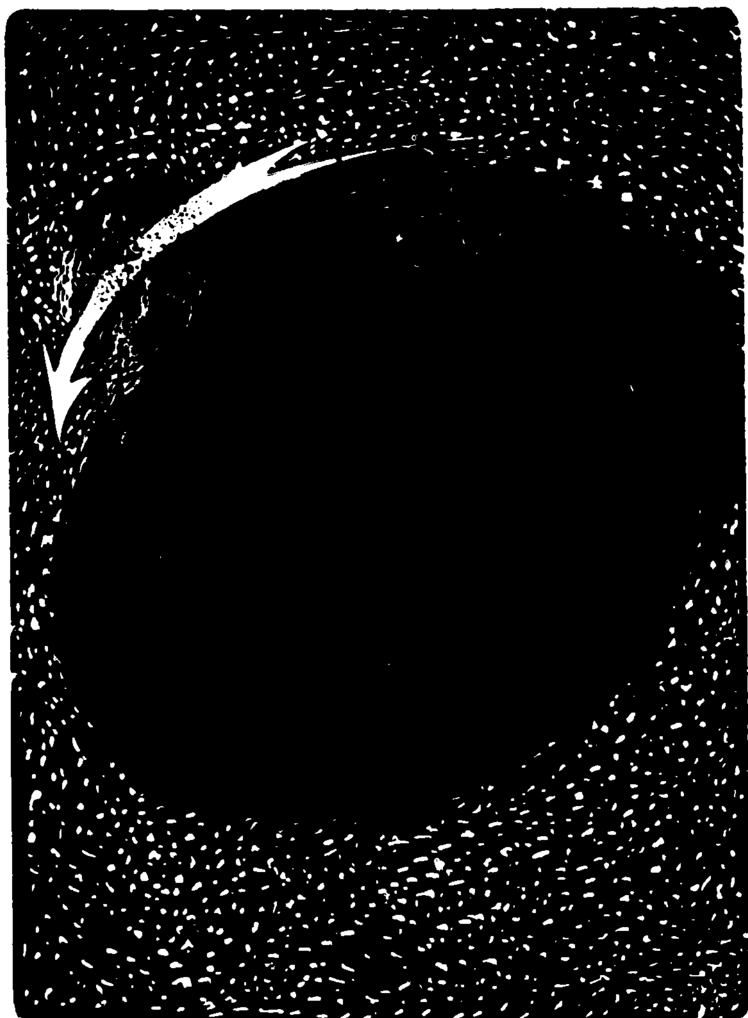
وهذا هو ما حدث للسحب الأصلية التى تشكل منها الكون . فقد تكاثفت إلى تكتلات من الغاز الدوّار . وأخذت بسبب دورانها تنبعج وتتفلطح ببطء حتى اتخذت شكل فطائر ولولبيات وأصبحت مجرات – مجرات فى مرحلة الطفولة . ولم تكن النجوم قد تكونت بعد . ولكن التقطع والتكاثف لم يقفا عند هذا الحد . واستمرت الغازات تتشكل فى تكتلات . وفى الأذرع اللولبية للمجرات استمرت التكتلات فى التكاثف حتى تحولت إلى كرات . وكلما ازداد تكاثفها ازدادت حرارتها الباطنية . وفى النهاية أصبحت من الشدة بحيث بدأ الأيدروجين الذى فى مركزها يتحول إلى هليوم وبدأت كرات الغاز فى التوهج – فى إشعاع الضوء وإطلاق الحرارة . وهكذا ولدت النجوم ؟

ولكن النجوم لم تولد كلها فى وقت واحد . ونحن نعلم أن بعض النجوم المسرفة لا تزال غنية بأيدروجينها . وهذا يدل على أنها لا بد أن تكون قد ولدت بعد بعض النجوم الأخرى . وإلا لكانت قد استنفدت أيدروجينها منذ أمد طويل . وكانت ولادة النجوم فى أوقات متفاوتة خلال هذه الأربعة آلاف مليون السنة . ولا تزال الآن تولد نجوم من الغازات المتخلفة بين النجوم . وستظل النجوم تولد لمدى آلاف من ملايين السنين القادمة . ستولد نجوم وستموت نجوم .

والآن قد حان الوقت لنتناول السؤال الذى كان يراودنا طول الوقت ، وهو :

توجد نجوم تتبعها ، كالشمس ، سيارات تماثل سياراتنا ؟ وهل توجد حياة على أى منها ؟

لقد جاء وقت كان الناس فيه يرفضون حتى معالجة هذه الفكرة . فقد كانوا يعتقدون أن الكون قد خلق من أجلهم ، وأنه لا توجد أحياء عاقلة غيرهم . ولكننا الآن لم نعد نفكر مثل هذا التفكير ، بل إننا نود أن توجد أحياء عاقلة مثلنا على سيارات أخرى . فهل توجد مثل هذه السيارات ؟



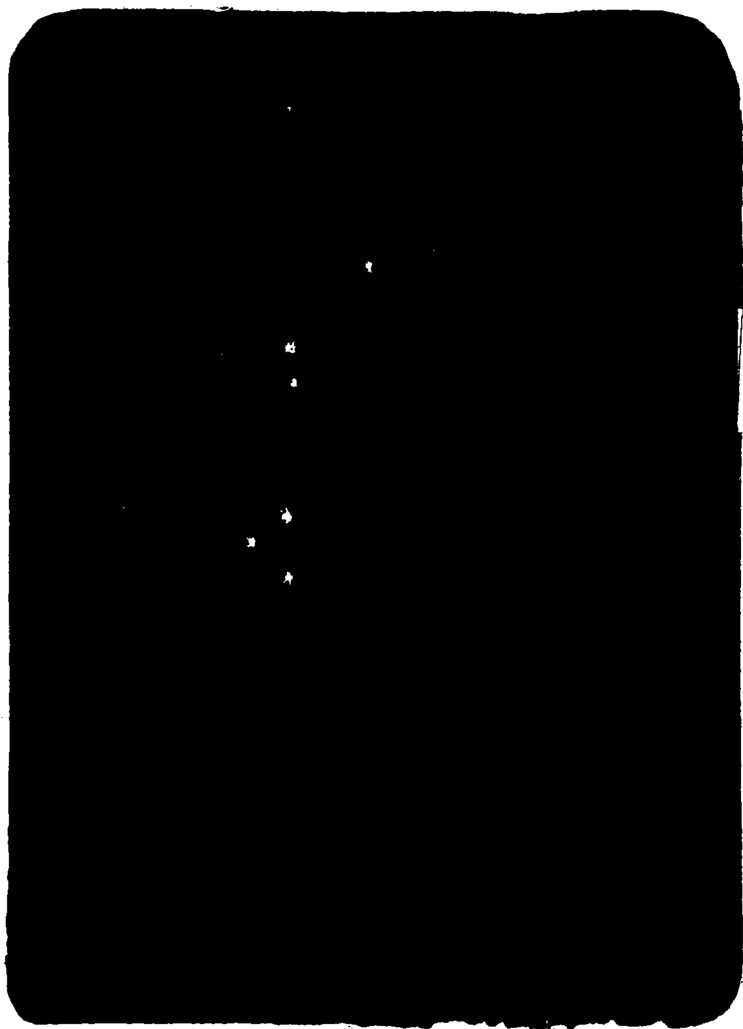
تتكون المجرات من غازات متحركة حركة دورانية

للإجابة عن هذا السؤال علينا أن نسأل سؤالا آخر ، وهو : كيف نشأت السيارات ؟ إذا كانت قد نشأت بطريق المصادفة فلا نستطيع أن نتوقع أنه توجد نجوم كثيرة لها توابع من السيارات . أما إذا كانت قد وجدت كإجراء عادى تقوم به الطبيعة فى جنبات الكون ، فمن المحتمل كثيراً أنه يوجد عدد كبير من النجوم تتبعها سيارات . والفلكيون مختلفون فى هذا الشأن اختلافاً كبيراً .

فبعضهم يعتقدون أن السيارات نشأت عندما مرّ نجم على مسافة قريبة من الشمس . ويقولون إن النجم أحدث مدًّا بالشمس وسحب كتلة غازية منها . ومن هذه الكتلة السحابية تكاثفت النجوم . فإذا كانت النجوم قد نشأت بهذه الطريقة فلا يمكن أن يوجد عدد كبير من السيارات فى الكون . لأن ممرات السماء ، كما سبق القول ، عريضة جدًّا واحتمال وقوع تصادم أوما يقرب من تصادم فى هذه الممرات ضعيف للغاية .

ويعتقد بعض آخر أن الأمر لم يكن بحاجة إلى أن يمر نجم بالقرب من الشمس حتى تتكون السيارات . ويقولون إن السيارات تكونت من مادة مقذوفة من الشمس . فإذا كان الأمر كذلك فقد توجد نجوم كثيرة تتبعها سيارات .

ويعتقد بعض آخر أيضاً أن النجوم نشأت نتيجة لحدوث انفجار . فمن رأيهم أن الشمس لم تكن منفردة بنفسها على الدوام كما هى الآن ، بل كان لها ، فى وقت ما ، رفيق وأن هذا الرفيق كان أحد تلك النجوم الشديدة الإسراف التى استنفدت رأس مالها وانتهى بها الأمر إلى انفجار فوق عادى . وهم يعتقدون أن السيارات تكونت من قطعة من المادة المتفجرة التى استطاعت الشمس أن تحتفظ بها ، على حين اندفع باقى النجم المتفجر مبتعداً فى الفضاء . فإذا كانت هذه هى كيفية نشوء السيارات فينبغى أن يوجد عدد كبير من النجوم تتبعها سيارات . لأن المتفجرات فوق العادية لا توجد فى مجرتنا فقط بل



إن حزام المجرة هو موطننا فى السماء

توجد فى المجرات الأخرى . وفى خلال أربعة آلاف مليون السنة لا بد أن تكون قد حدثت انفجارات كثيرة فى الكون هنا وهناك . وقد قدر أحد الفاكيين أنه لا بد أن يوجد فى مجرتنا وحدها نحو عشرة ملايين نظام سيارى . كما قدر أن الحياة ممكنة على نحو ١٠٠,٠٠٠ سيار على الأقل .

وإنه لتفكير مثير ؛ لأن العلماء من رأيهم أنه حيثما يكون ظهور الحياة ممكناً فإنها تظهر فعلا . وإذن فمن الممكن أنه توجد كائنات عاقلة مثل الجنس البشرى على أى عدد من السيارات . وقد يكونون فى هذه اللحظة يتطلعون إلى السماء ويتساءلون عما إذا كانت توجد كائنات مثلهم على أية سيارات أخرى !

هل سنتمكن من الوصول إليهم فى يوم من الأيام ؟

إن ذلك بعيد الاحتمال . قد نستطيع أن نعبر إلى القمر لأنه لا يبعد عنا إلا بمقدار ثانية ونصف ثانية ضوئية . ولكن أقرب نجم يبعد بما يزيد على أربع سنوات ضوئية . وربما لن نتمكن من عبور هذه المسافة الكبيرة ، لأننا حتى لو انطلقنا بسرعة الضوء المستحيلة ، فلن نصل إليه إلا بعد أكثر من أربع سنوات . فنحن إذن محصورون إلى الأبد داخل تلك المنطقة الصغيرة التى تحيط بالشمس .

ولن نستطيع أن نذهب بعيداً إلا على جناح الخيال . وقد تلقى الإنسان ضربات أصابت كبرياءه واحدة بعد أخرى . فكان يعتقد أن الأرض هى مركز الكون وأن كل شىء قد خلق من أجله . فوجد أن عليه أن يتخلى عن هذا الاعتقاد . لأنه وجد أن الشمس ليست إلا نجماً عادياً بين آلاف الملايين من نجوم أخرى . ووجد أن مجرته ما هى إلا واحدة من ألف مليون مجرة يذخر بها الكون . ومع ذلك ، فبرغم ضآلته هذه ، فإن لديه ما يسوغ أن يفخر بنفسه . فقد أتى بما يشبه المستحيلات وربما كان أعظم ما أنجزه العقل البشرى هو كشفه عن أسرار النجوم .

أهم الكلمات والمصطلحات الفلكية الواردة بالكتاب

حجر نيزكى Meteorite

حزام المجرة (درب التبانة) Milky Way

سديم — سحابة غازية أو ترابية Nebula

نبتيون Neptune

نجم عادى التفجر Novae

مدار Orbit

كوكبة الجبار — الجوزاء Orion

كوكبة فرساوس Perseus

أوجه (مثل أوجه القمر) Phases

سيار — كوكب جوال Planet

الثريا Pleiades

بلوتو — آخر السيارات المعروفة Pluto

زحل Saturn

تابع — قمر Satellite

بقعة شمسية Sunspot

نجم فوق المتفجر Supernovae

برج الثور Taurus

أورانوس Uranus

متغير Variable

الزهرة Venus

قنطورس Alpha Centaurus

المرأة المسلسلة Andromeda

نجيم (سيار ضئيل الحجم) Asteroid

وعاء الدب الأكبر Big Dipper

كوكبة ذات الكرسى Cassiopeia

المتغيرات القيفاوية Cepheid Variables

كوكبة قيفاوس أو الملتهب Cepheus

تجمع Cluster

مذنب Comet

كوكبة Constellation

إكليل Corona

نجم مزدوج Double star

مجرة — مدينة نجمية Galaxy

تجمع كروى Globular Cluster

كوكبة الجاثى (هرقل) Hercules

المشترى Jupiter

المريخ Mars

عطارد Mercury

نيزك Meteor